

# *CAPSULA ESPACIAL*



*Revista digital de astronáutica y espacio*

Nº 20 - 2019



**Misión**

**Mars Science Laboratory**

**Lanzamiento**

**Cápsula atmosférica**

**Rover Curiosity**

**Instrumentos científicos**

**Cráter Gale**

## Bienvenidos

Con un trabajo excelente en la superficie marciana, MSL-Curiosity es una de las misiones mas importantes que se tenga noticia, algo de por si muy tecnológica y apasionante por la cantidad de descubrimientos que nos puede deparar, sin dudas que será una de las misiones en la que habrá un antes y un después en la investigación de este inquietante planeta y sentando las bases para una futura exploración humana.

Biagi, Juan

## Contacto



<https://capsula-espacial.blogspot.com>



[https://www.instagram.com/capsula\\_espacial/](https://www.instagram.com/capsula_espacial/)



[r.capsula.espacial@gmail.com](mailto:r.capsula.espacial@gmail.com)



**Portada** El rover Curiosity realizándose una “selfie” en suelo marciano (NASA)

## **Contenido**

**MSL, Conceptos preliminares**

**Atlas-V (Cohete Portador)**

**Lanzamiento**

**Misión MSL**

**Etapas de Crucero Interplanetario**

**Cápsula Atmosférica**

**Escudo Térmico (Heat Shell)**

**Rover Curiosity**

**Instrumentos científicos del Rover**

**MastCam (Mast Camera)**

**ChemCam (Chemistry & Camera)**

**APXS (Alpha Particle X-Ray Spectrometer)**

**MAHLI (MArs Hand Lens Imager)**

**SAM (Sample Analysis at Mars)**

**CheMin (Chemistry & Mineralogy)**

**REMS (Rover Environmental Monitoring Stations)**

**RAD (Radiation Assessment Detector)**

**DAN (Dynamyc Albedo of Neutrons)**

**MARDI (Mars Desent Imager)**

**SA/SPaH (Sample Acquisition, Processing and Handling)**

**Fases de la Misión**

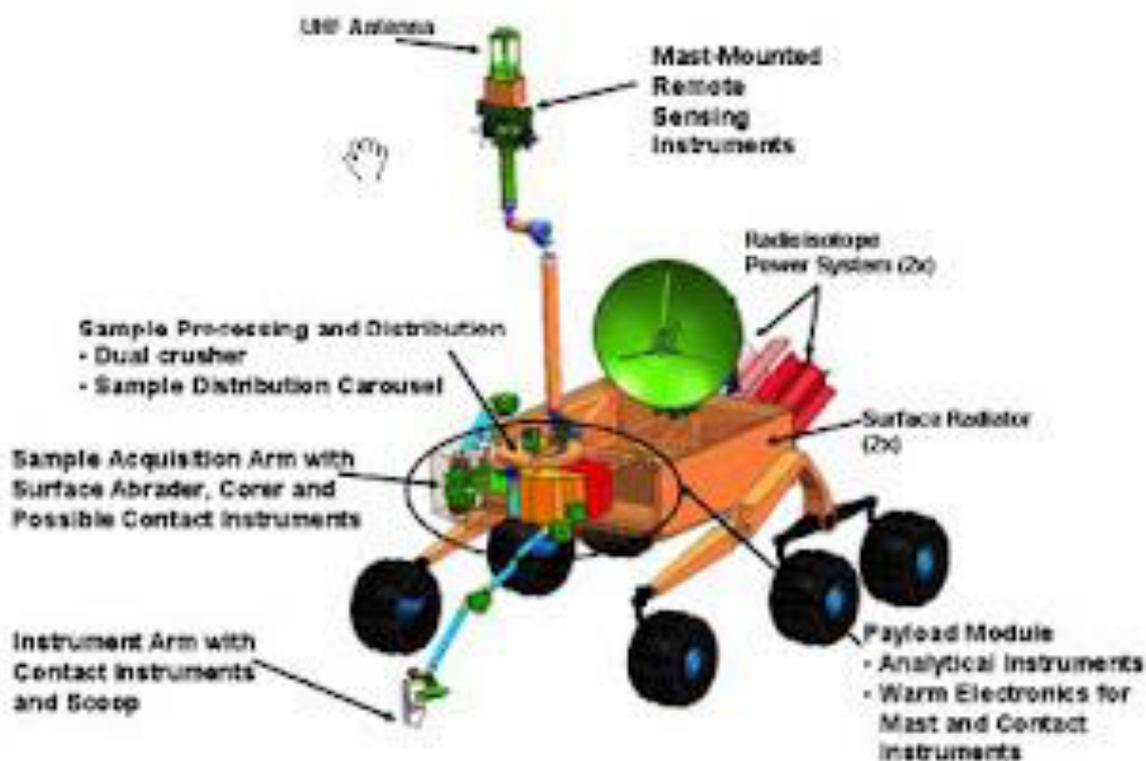
**Cráter Gale (Lugar de aterrizaje)**



## MSL, Conceptos preliminares

En 2002, MSL debía ser un rover de más de 500 Kg, los primeros conceptos de esta nave mostraban un rover con una forma muy parecida a la del Sojourner (Misión Mars Pathfinder) pero de mucho mayor tamaño.

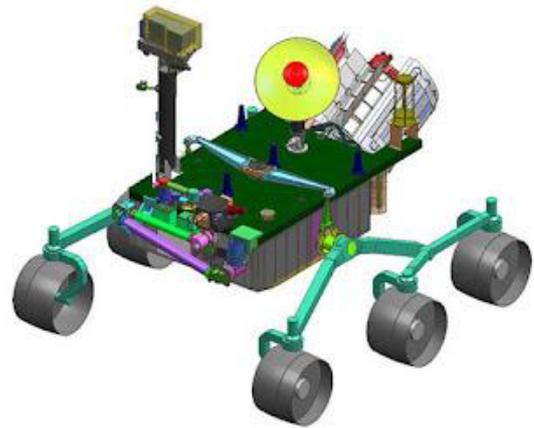
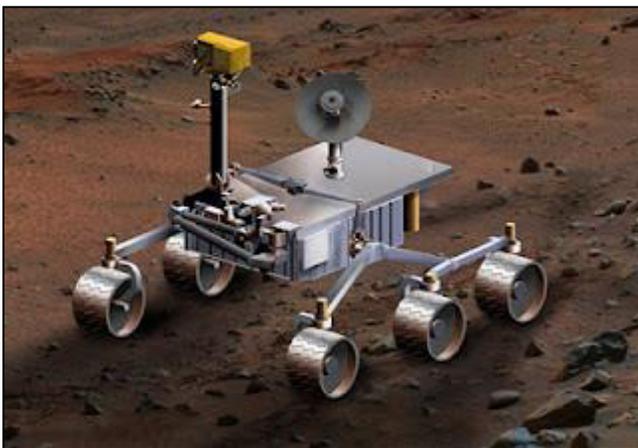
No estaba claro si se optaría finalmente por el uso de energía nuclear (RTG) para alimentar al vehículo, pero el diseño del rover estaba casi decidido, aunque la antena UHF se había situado en la parte superior del mástil de instrumentos y la antena de alta ganancia tenía una forma de parábola convencional, el vehículo tenía dos brazos robot, uno con instrumentos y otro para recoger muestras.



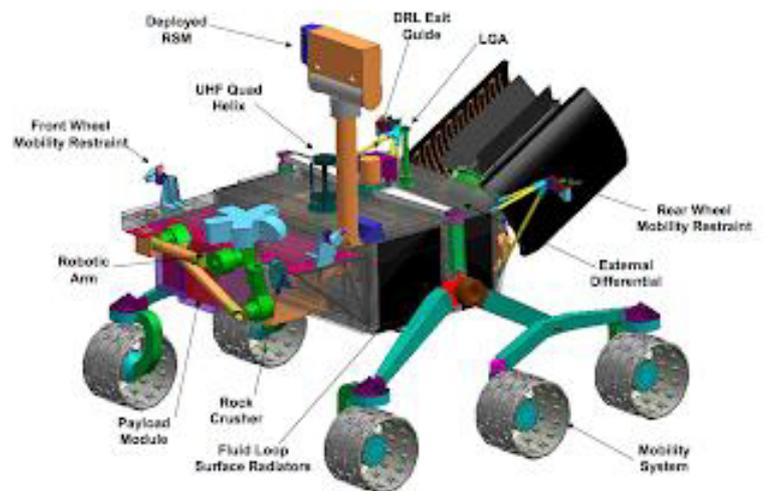
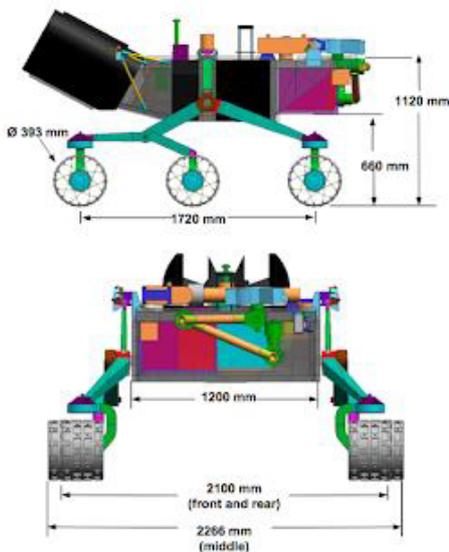
En conceptos del año 2004 el mástil central con instrumentos se había trasladado al centro del vehículo, pero mantenía los dos brazos robot y la antena de alta ganancia.



En 2006 se decide usar un único brazo robot y el mástil se había trasladado a la zona frontal.

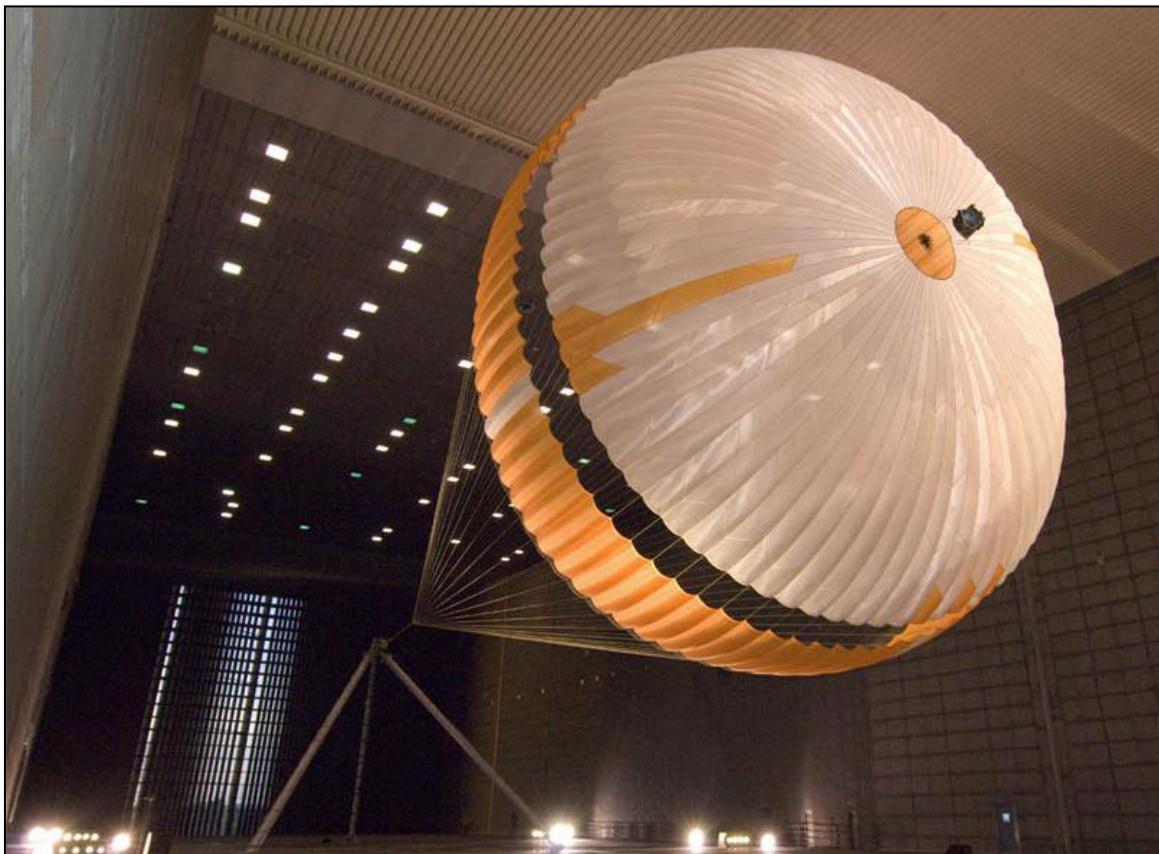


En 2007 la forma del rover era prácticamente la definitiva, aunque el mástil estaba a la derecha.



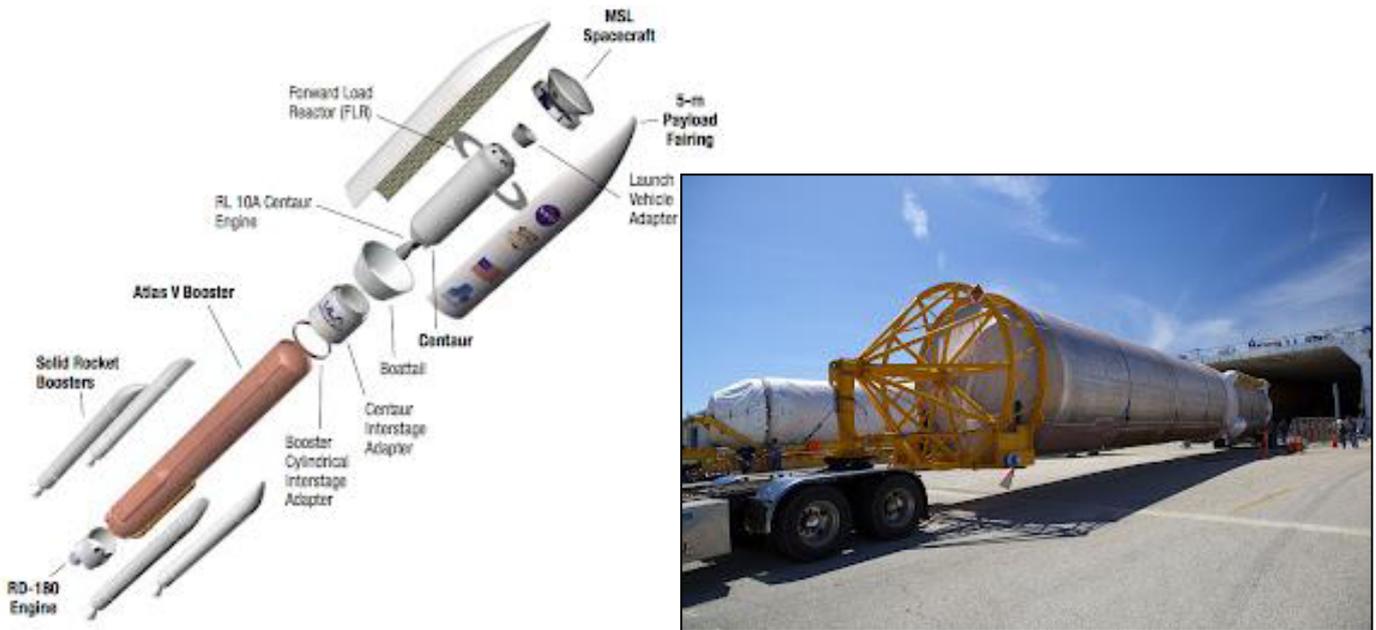
Más allá de los conceptos, la misión MSL fue aprobada en 2004 después del éxito de las misiones robóticas MER Spirit y Opportunity, el rover debía tener una masa de 775 Kg, finalmente se incrementó a 899 Kg.

Para poder colocar en la superficie marciana semejante peso, los ingenieros tuvieron que desarrollar el mayor escudo térmico y el mayor paracaídas (19,7 m) jamás empleados en una misión planetaria, aún así, no era suficiente, Curiosity debía poder acceder a la mayor parte de la superficie marciana, incluyendo las zonas más interesantes desde un punto de vista geológico y astrobiológico.



## Atlas-V (Cohete portador)

El cohete que lanzó a MSL era un Atlas-V, de dos etapas que puede incorporar aceleradores de combustible sólido, fabricado en Aluminio y posee una masa de 21277 Kg, emplea Oxígeno líquido y querosene (RP-1) con un motor de dos cámaras de combustión RD-180 fabricado en Rusia por NPO Energomash.



La primera etapa puede incorporar hasta 5 cohetes de combustible sólido (SRB) de 1,5 x 19,5 m; con 1361 kN de empuje cada uno, las toberas de cada SRB están inclinadas 3°, para esta misión se utilizaron por primera vez 4 SRB.





National Aeronautics and Space Administration

The Launch Services Program Presents

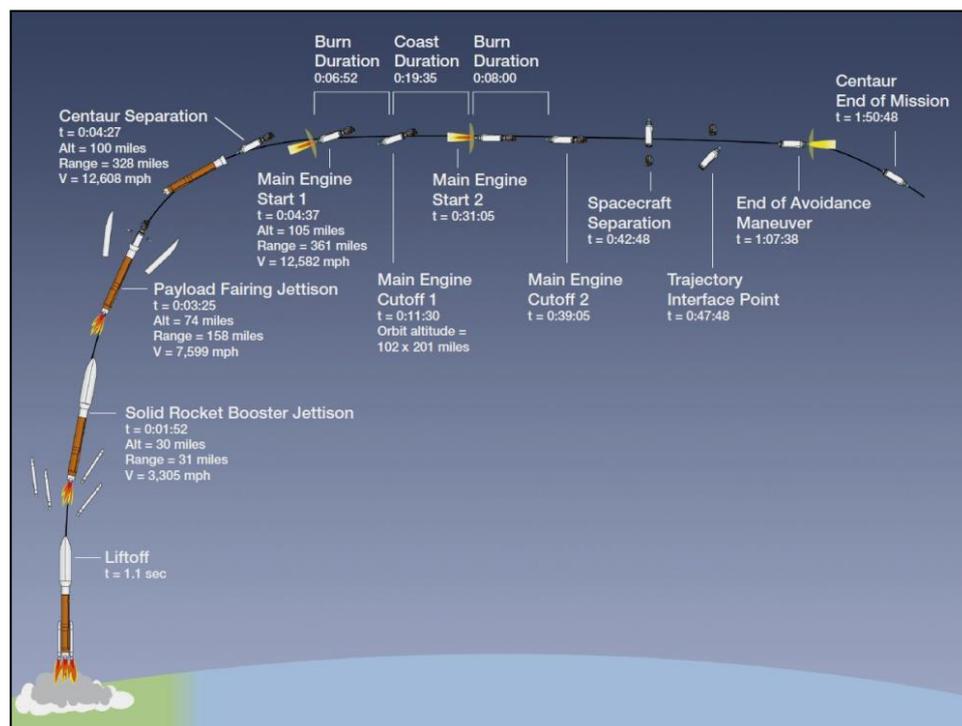
# MSL

NASA's Mars Science Laboratory (MSL) mission features the car-sized Curiosity rover, equipped with the most advanced payload of scientific gear ever deployed to the surface of Mars. The eight-month journey begins with the launch of MSL on an Atlas V 551 vehicle from the coast of Florida in Fall 2011, with planned arrival of Mars in August 2012. The innovative and precise guided entry and powered "sky crane" descent employed to place Curiosity on the Martian surface in some of Mars' most intriguing regions offers unprecedented capabilities for the first time. During the 14-month cruise (see Mars 2011) after launch, Curiosity will analyze samples drilled from rocks or scooped from the ground at 8 locations, assess, and characterize its landing site region with greater capabilities than any previous Mars rover. Much like a robotic field geologist and mobile geochemical and environmental laboratory, Curiosity will provide us with new data for understanding Mars as a potential habitat for life, past or present.

LAUNCH VEHICLE - ATLAS V LAUNCH LOCATION - CAPE CANAVERAL AIR FORCE STATION, FL  
LAUNCH DATE - NOVEMBER 2011

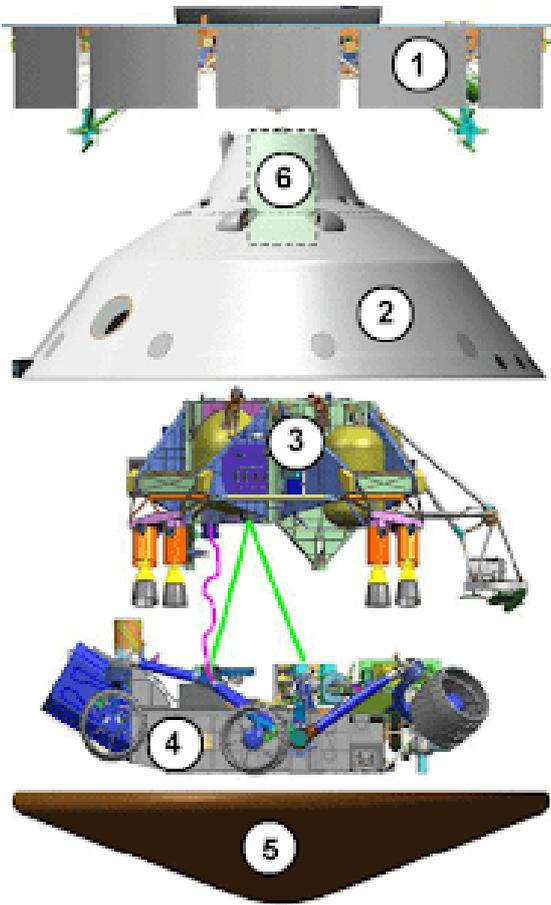
## Lanzamiento

La misión fue lanzada en operación conjunta con la NASA y la empresa United Launch Alliance (ULA) el 26-11-2011 a bordo del cohete Atlas-V 541 (AV-028) desde el Pad de lanzamiento SLC-41 de la Base Aérea de Cabo Cañaveral, la órbita inicial antes de poner rumbo a Marte fue de 102 x 201 Km y 34,8° de inclinación, este lanzamiento fue el primer vuelo de un Atlas-V en configuración 541 (4 cohetes de combustible sólido).

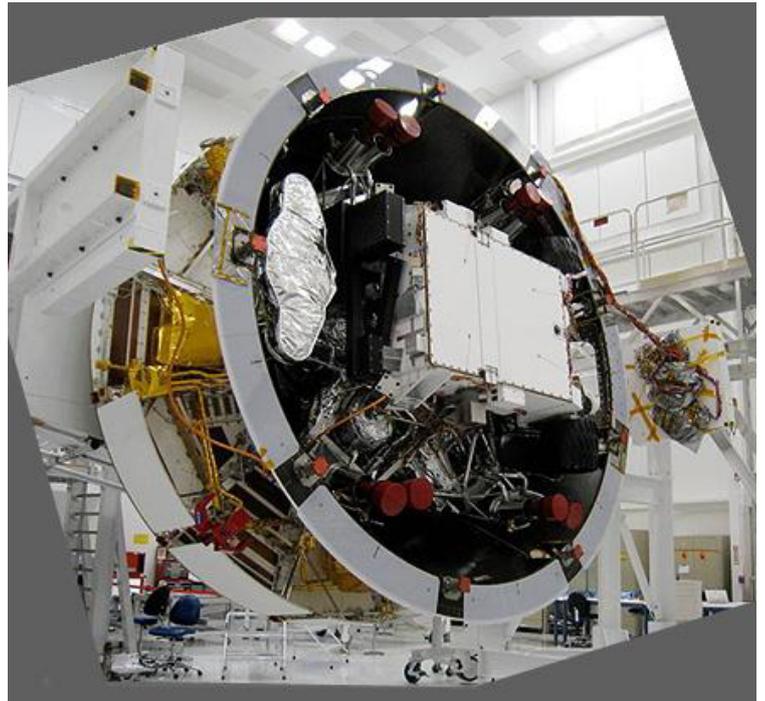


## Misión MSL/Curiosity

La Misión MSL/Curiosity tiene una masa total al lanzamiento de 3893 Kg y se divide en cuatro secciones principales: Etapa de Crucero Interplanetaria (539 Kg) Cápsula de Entrada Atmosférica y Etapa de Descenso (2401 Kg) y rover Curiosity (899 Kg).



- 1: Etapa de Crucero Interplanetario
- 2: Back Shell (Escudo trasero)
- 3: Etapa de Descenso
- 4: Rover Curiosity
- 5: Heat Shell (Escudo Térmico)
- 6: Paracaídas

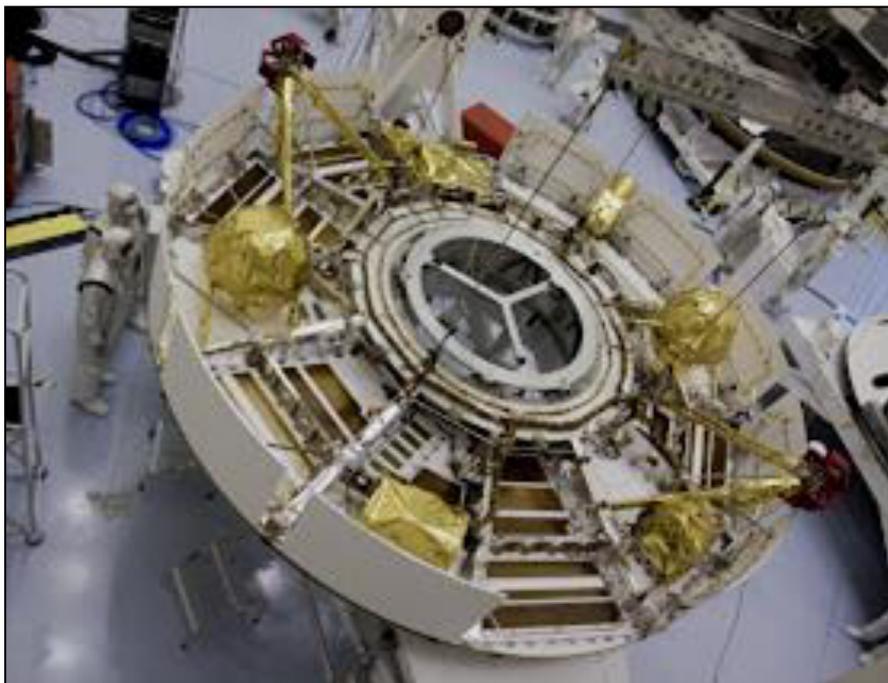
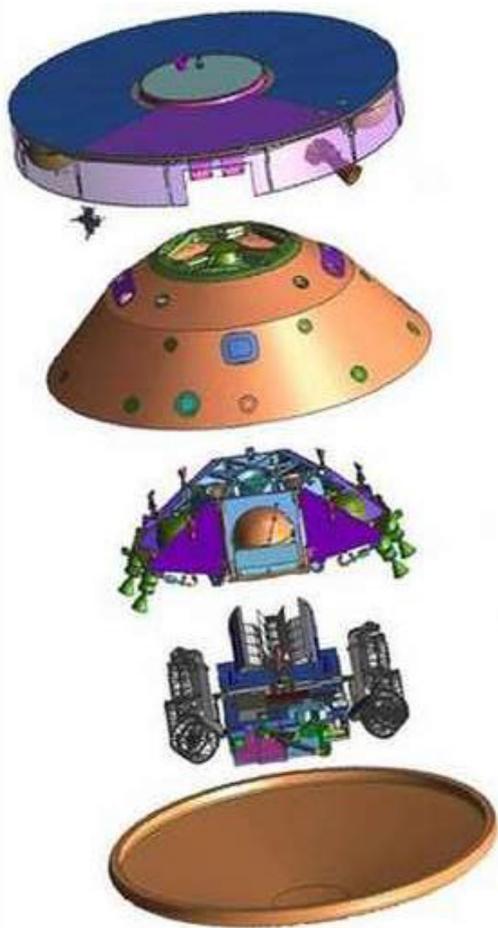




## Etapa de Crucero Interplanetario

La cápsula de entrada atmosférica estaba unida a una etapa de crucero de 539 Kg que se encargaba de las maniobras durante el trayecto hasta el planeta rojo, la etapa de crucero, de forma toroidal, construida en Aluminio incluía una antena de media ganancia, 4 sensores solares, un sensor estelar y 10 radiadores, además del sistema de propulsión.

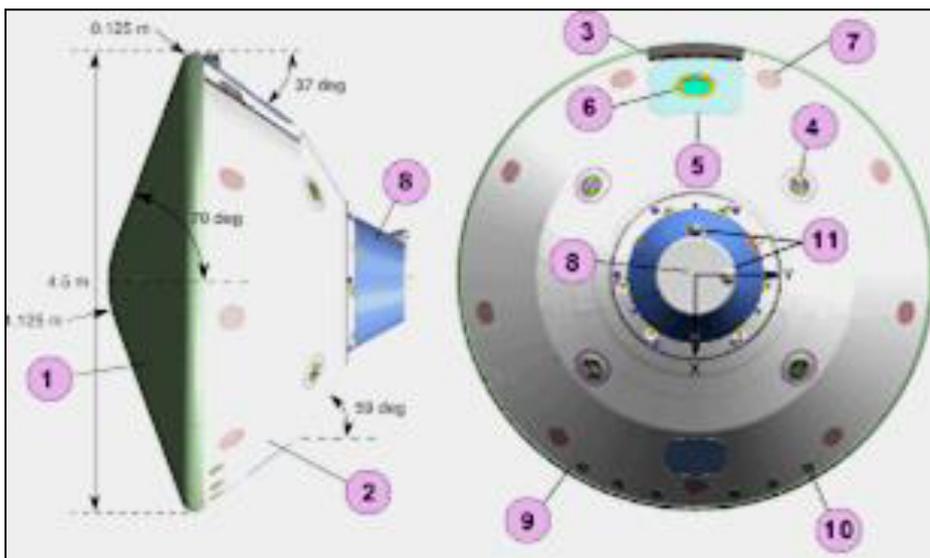
Este sistema consistía en 5 propulsores monopropelentes agrupados en dos conjuntos, alimentados por 2 tanques de hidracina de 48 cm de diámetro; la alimentación eléctrica de la etapa de crucero estaba a cargo de 6 paneles solares de 12,8 m<sup>2</sup> situados en la parte superior de la misma que generan entre 2500 W y 1080 W.



## Cápsula Atmosférica

La Cápsula Atmosférica (Aeroshell) rodeaba a Curiosity durante el viaje a Marte, estaba dividida en el Escudo Trasero (Back Shell) y Escudo Térmico (Heat Shell) con 4,5 m de diámetro y es el mayor que se haya usado en una sonda espacial, el escudo térmico protegía a Curiosity durante su reentrada atmosférica a 5,9 Km/s, donde alcanzaba una temperatura aproximada a los 2100 °C.

La masa total de la cápsula era de 2401 Kg al lanzamiento, el Back Shell estaba dotado de varios propulsores para maniobrar la cápsula durante la reentrada atmosférica marciana, este sistema de maniobra, añadido a varios lastres de Tungsteno, permitían que la sonda maniobrara en la alta atmósfera y realizara un amortizaje de precisión en el Cráter Gale.



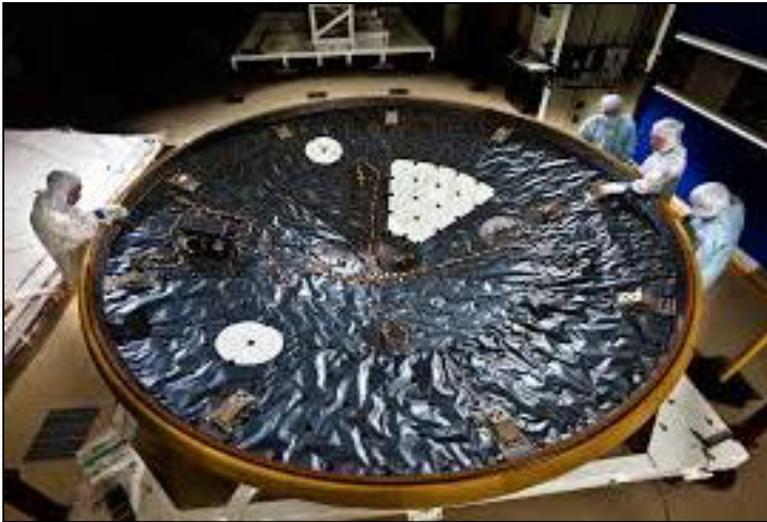
### Cápsula Atmosférica

- 1: Escudo térmico
- 2: Escudo trasero
- 3: Lastres de tungsteno
- 4: Sistema de control de actitud
- 5: Escotilla de entrada (dos)
- 6: Ventana
- 7: Unión del escudo térmico
- 8: Compartimento del paracaídas
- 9: Unión de los escudos
- 10: Lastre de tungsteno
- 11: Cubierta de las antenas.



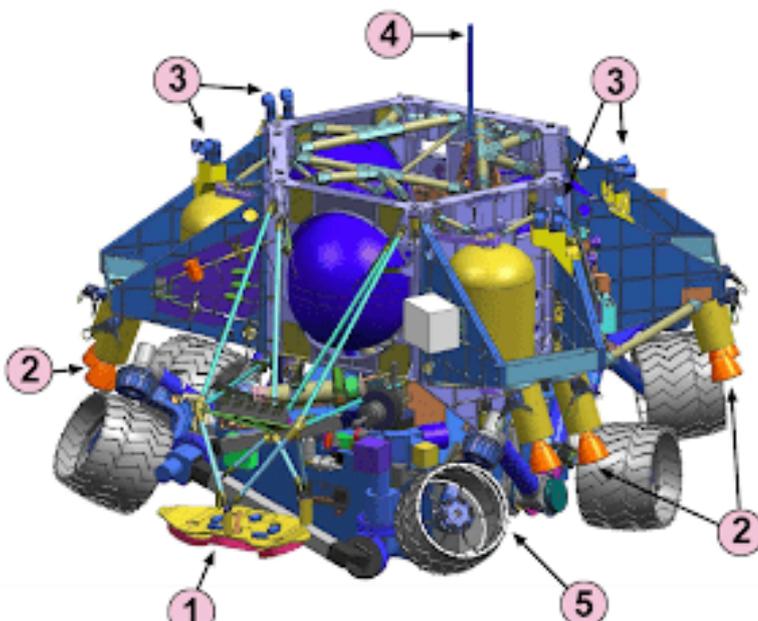
## Escudo Térmico (Heat Shell) y Etapa de Descenso (Sky Crane)

El escudo térmico, de 4,5 m de diámetro fue construido por Lockheed-Martin y es el más grande usado en Marte (superando en tamaño incluso al escudo de las cápsulas Apollo -4 m de diámetro-) y Soyuz (2,2 m), construido con un material ultra resistente denominado PICA (Phenolic Impregnated Carbon Ablator) capaz de resistir los 2100 °C de reentrada atmosférica; ya ha sido usado con éxito en la misión Stardust.



Se encuentra unido a la etapa de descenso un sistema de propulsión que se encarga de situar el rover en la superficie marciana, la etapa de descenso empleaba 8 motores de hidracina denominados MLE (Mars Lander Engines) construidos por Aerojet, por primera vez en una misión planetaria, los MLE tienen empuje regulable, alcanzando un máximo de 3300 N cada uno.

La etapa de descenso empleaba 387 Kg de hidracina distribuidos en tres tanques esféricos, la alimentación de los motores se conseguía mediante presión gracias a dos tanques de Helio, la etapa de descenso llevaba a cabo la delicada maniobra Sky Crane para amortizar; durante esta maniobra Curiosity colgaba de esta etapa, que actuaba como una grúa volante hasta situar el vehículo en la superficie, el rover está unido a la etapa de descenso a través de tres cables de sujeción con una longitud máxima de 7,5 m; además de un umbilical con conexiones eléctricas, esta etapa era controlada por la computadora central del rover e incluía también antenas de comunicaciones (banda X y UHF) además del radar Doppler de aterrizaje dotado de 6 antenas.

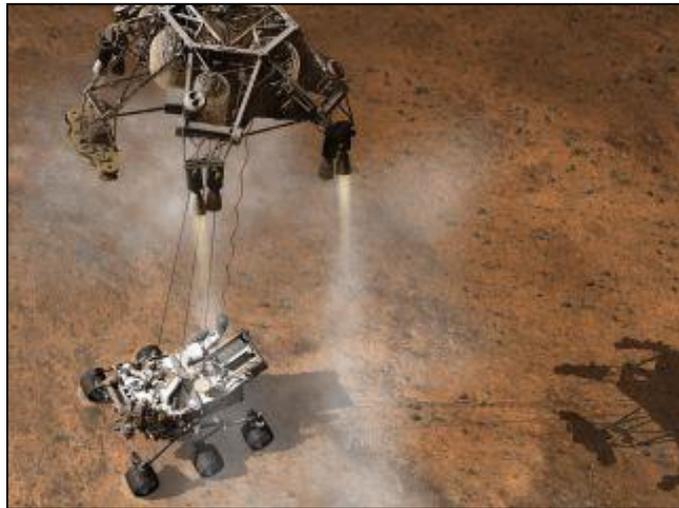


### Etapa de descenso unida a Curiosity

- 1: Radar Doppler
- 2: Motores Principales
- 3: Sistema de control de actitud
- 4: Antena UHF
- 5: Rover

## Sky Crane

En 2002 existía la idea de utilizar la técnica de aterrizaje por medio del Sky Crane, una extraña y complicada manera de amortizar, en la que una etapa de descenso frenaría la velocidad de caída y depositaría al rover en el suelo usando cables de sujeción y servir las ruedas del rover como tren de aterrizaje, de esta manera, se lograba así aumentar la carga útil de la misión y lo más importante, se conseguía aumentar el número de regiones de amortizaje, tomando en cuenta que los sistemas de descenso utilizados en las misiones anteriores sólo permitían acceder a las regiones más bajas del planeta, mientras que utilizando el Sky Crane se podía colocar el rover en zonas altas de Marte, dentro del Aeroshell, el rover estaba unido a la etapa de descenso, a 1,6 Km de altura de la superficie, Curiosity y la etapa de descenso se separaban de la Cápsula Atmosférica, la etapa estaba dotada de 8 motores de hidracina denominados MLE (Mars Lander Engines) construidos por Aerojet, estos motores tenían un empuje máximo de 3300 N cada uno a base de hidracina y de empuje regulable (por primera vez en una misión marciana) tras alcanzar una velocidad de descenso de 27 Km/h, la etapa de descenso descolgó al rover mediante tres cables de 7,5 m de longitud en la fase denominada Sky Crane, las ruedas del rover sirvieron al mismo tiempo como tren de aterrizaje, cuando la etapa de descenso recibió la información de que el rover hizo contacto, se separó y se estrelló a una distancia considerable (dato comprobado por la sonda MRO en órbita marciana).



## Rover Curiosity

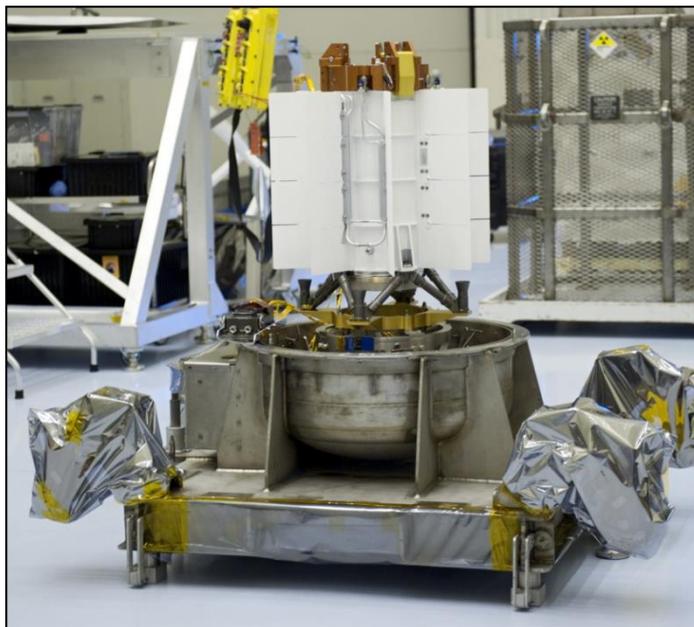
El rover Curiosity es un robot de 899 Kg con 75 Kg de instrumentos científicos, 3 m de longitud y 2,8 m de ancho, su altura máxima es de 2,2 m y la longitud de su brazo robótico es de 2 m; posee 6 ruedas con un diámetro de 50 cm, cada una de ellas con un motor eléctrico independiente, las ruedas frontales como traseras se pueden dirigir independientemente, lo que permite rotar el vehículo alrededor de su eje, la suspensión que posee garantiza que todas las ruedas estén en contacto con el suelo independientemente de la rugosidad del terreno, la velocidad máxima es de 0,144 Km /h, aunque en condiciones normales se espera que no supere la mitad de esa cifra, recorriendo unos 200 m al día, el vehículo ha sido diseñado para recorrer un mínimo de 20 Km durante su misión primaria y puede superar obstáculos de hasta 65 cm de altura.

El cerebro de Curiosity está formado por dos computadoras redundantes dotadas de microprocesadores BAE RAD 750 de 200 Mhz, con 250 Mb de memoria RAM y 2 Gb de memoria flash, especialmente diseñadas para resistir el ambiente espacial y las radiaciones mayores a las terrestres, en la superficie sólo una de las computadoras de a bordo permanece encendida, mientras que la otra actúa de reserva, por si hay algún desperfecto en la primera; para asegurar las comunicaciones con la Tierra posee dos antenas, una de banda X (7-8 Ghz) y otra de alta ganancia en UHF (400 Mhz) capaz de retransmitir los datos a través de las sondas que se encuentran operativas actualmente en órbita marciana como lo son las sondas MRO, Mars Odyssey y Mars Express).

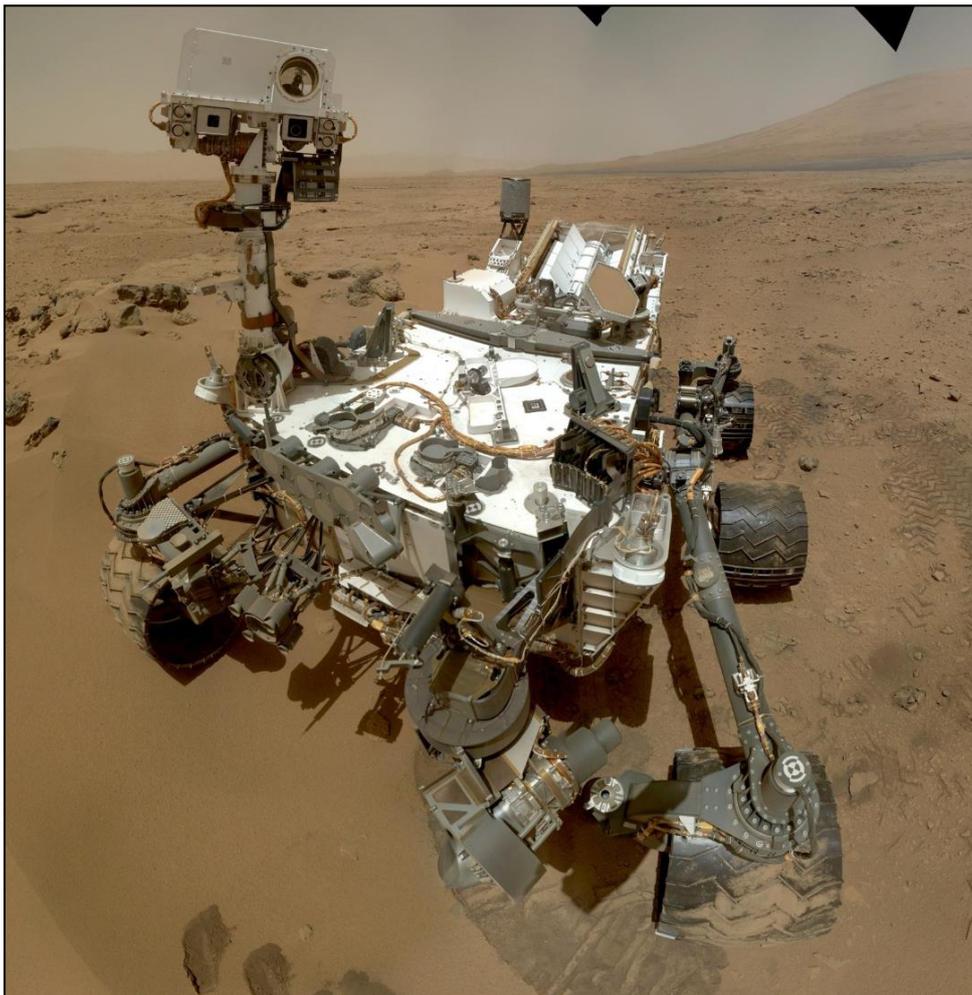
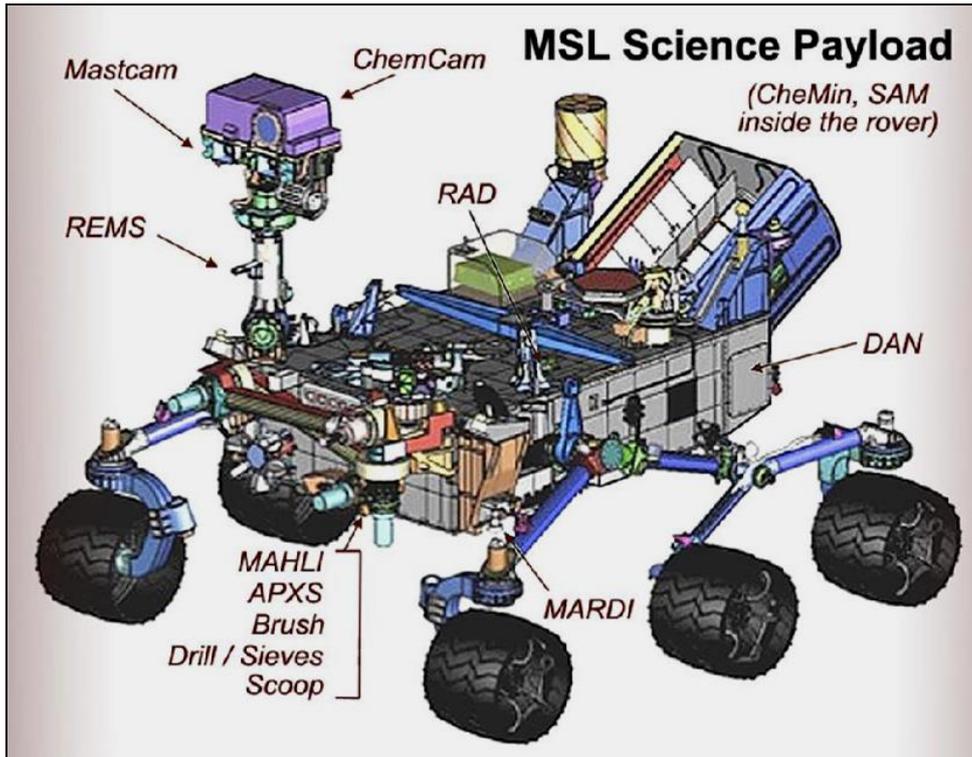


Está dotado un generador termoeléctrico de radioisótopos de tipo MMRTG (Multi-Mission Radioisotope Thermoelectric Generator) con 4,8 Kg de dióxido de Plutonio capaz de generar 2700 W/día de calor y 123 W de potencia eléctrica (con un voltaje de 28 V de corriente continua).

El Plutonio-238 al desintegrarse constituye una fuente constante de calor que es transformado en energía eléctrica gracias a un conjunto de termopares, el MMRTG tiene unas dimensiones de 64 x 66 cm y una masa de 45 Kg, el MMRTG no alimenta directamente a los sistemas de la nave, sino que se usa para recargar dos baterías de ion-Litio con una capacidad de 42 Ah cada una; para evitar contrastes térmicos elevados, la mayor parte de instrumentos de Curiosity se apagan durante la noche marciana, su vida útil se estima en 14 años.

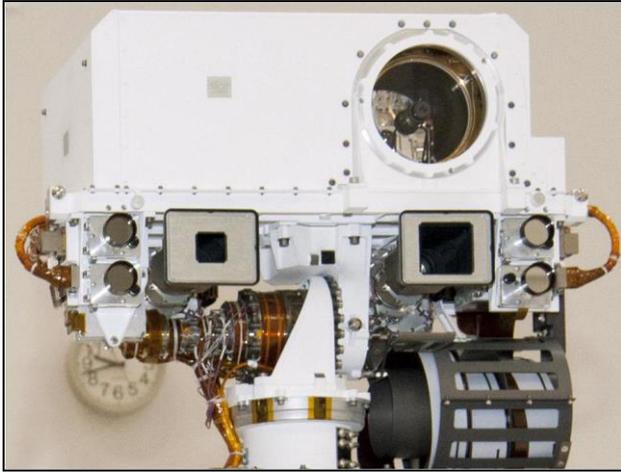


Instrumentos científicos del rover



### **Mastcam (Mast Camera)**

Este instrumento incluye dos cámaras independientes de 2 Mpx cada una situada a 2 m sobre el nivel del suelo capaz de grabar vídeo de alta definición con diez imágenes por seg, las lentes están separadas 25 cm entre sí, lo que permite realizar imágenes en estéreo, cada cámara usa un detector CCD Kodak de 1600 x 1200 píxel y posee una memoria flash de 8Mb.

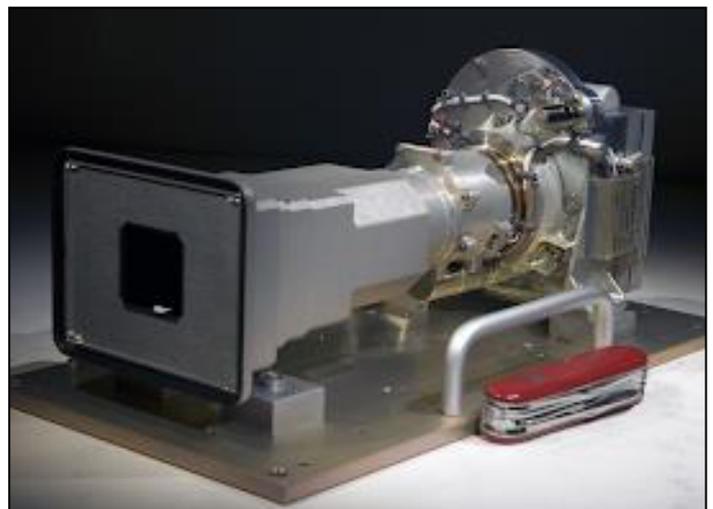
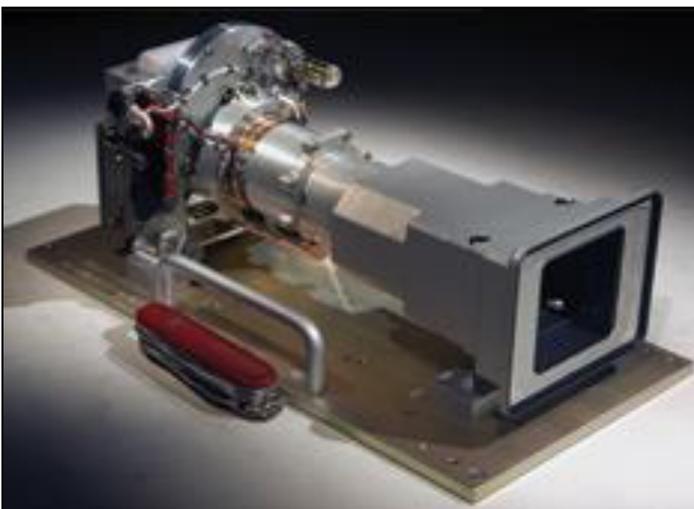


La cámara de la derecha o Mastcam-100 posee un teleobjetivo de 100 mm de focal capaz de alcanzar una resolución de 7,4 cm x píxel a 1 Km de distancia, cada imagen tiene un campo de 6° x 5°.

La cámara de la izquierda o Mastcam-34 cuenta con una lente de 34 mm, puede obtener imágenes con una resolución de 22 cm a 1 Km, el campo de cada imagen tiene un tamaño de 18° x 15°.

A diferencia de otras cámaras instaladas en sondas espaciales, Mastcam no necesita realizar tres exposiciones con tres filtros distintos para obtener una imagen en color ya que el CCD está cubierto por una red que incluye filtros para los colores rojo, verde y azul, cada cámara tiene una rueda de filtros tradicionales para varias longitudes de onda, uno de los filtros permite obtener imágenes directas del Sol para medir la cantidad de polvo en suspensión en la atmósfera.

Las imágenes son tomadas en pocos Mpx porque son enviadas a la Tierra con un ancho de banda limitado y de esta manera optimiza mejor los recursos que si se intenta mandar imágenes de mayor tamaño, las imágenes que llegan en estos casos son crudas y los especialistas de la misión se encargan de procesarlas para extraer de estas la mayor información posible.

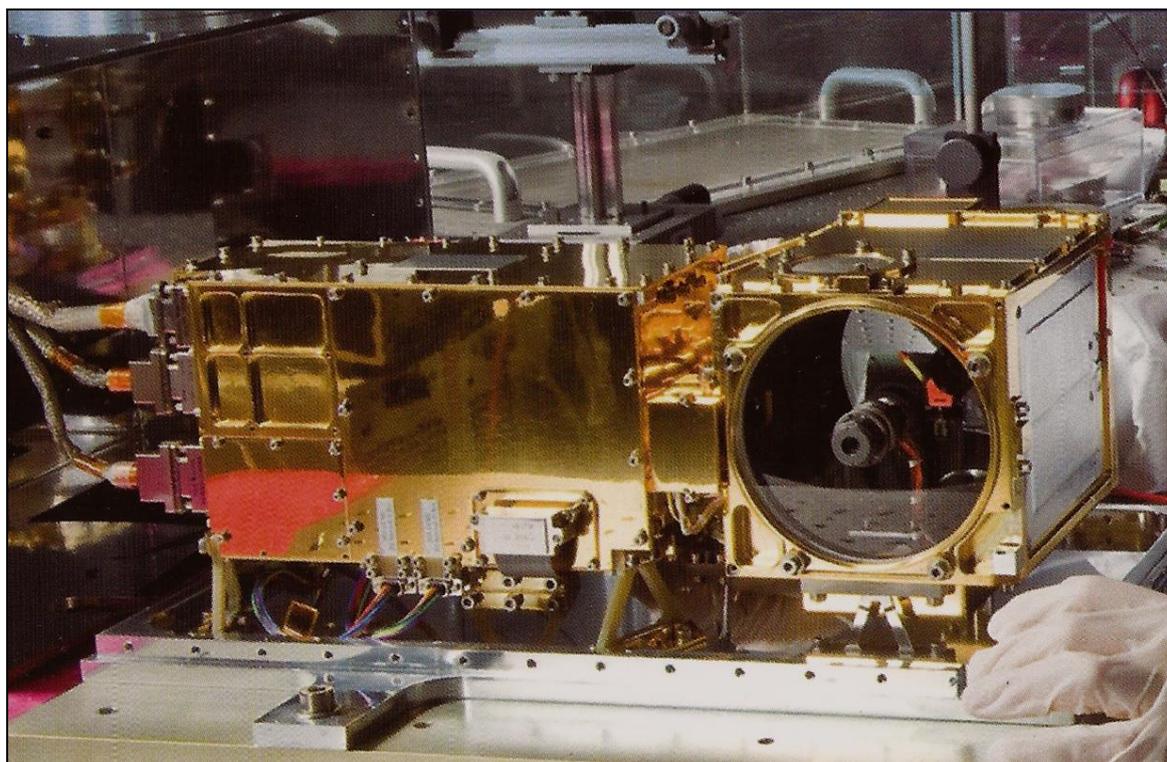
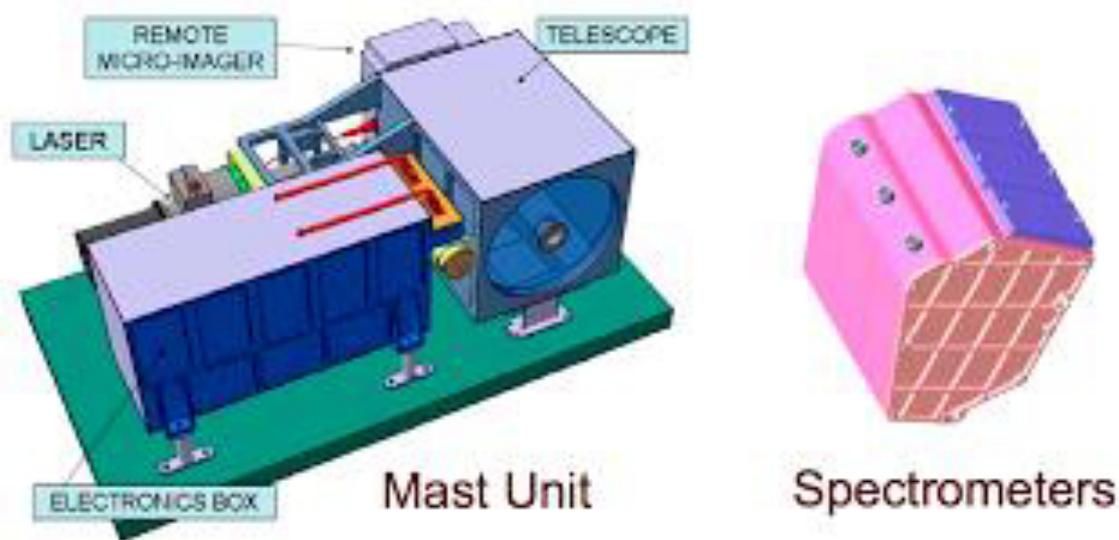


## ChemCam (Chemistry and Camera)

Consiste en un láser IR de 1 Mv de potencia capaz de vaporizar rocas a 7 m de distancia para analizarlas espectroscópicamente la composición del plasma resultante, ChemCam está situada encima de Mastcam e incluye un telescopio de 110 mm de focal y una cámara monocromática con un CCD de 1024 x 1024 píxel.

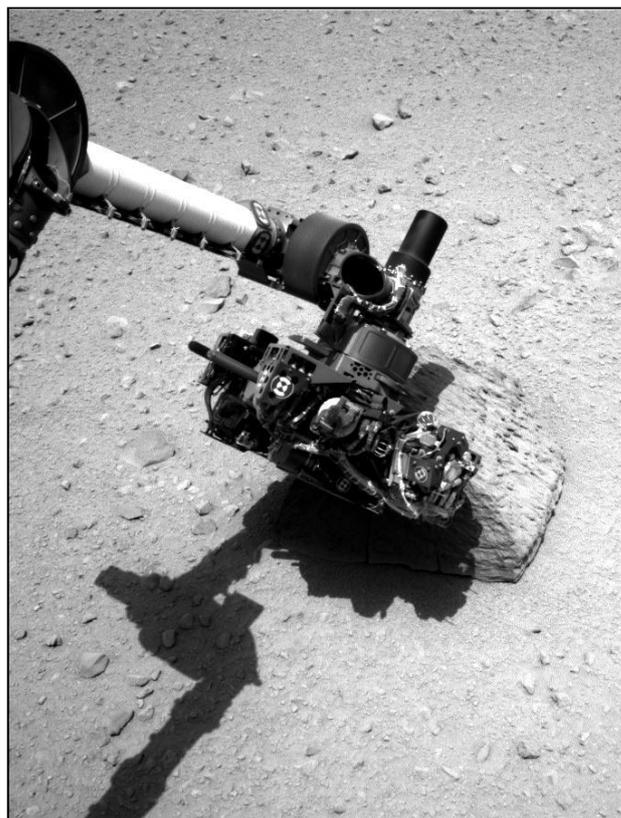
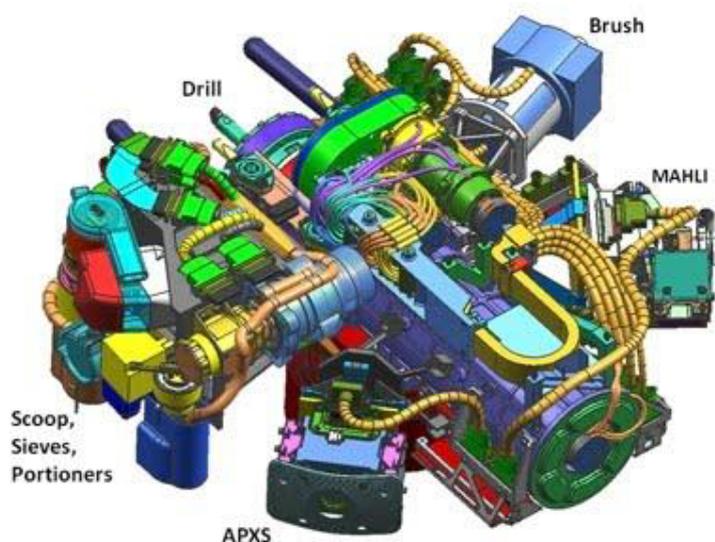
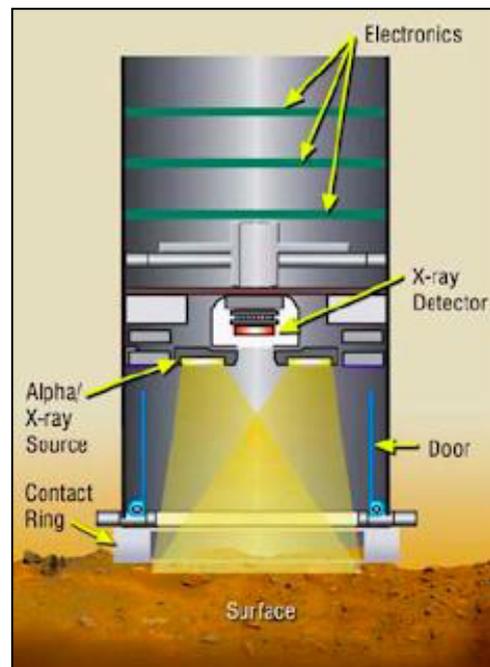
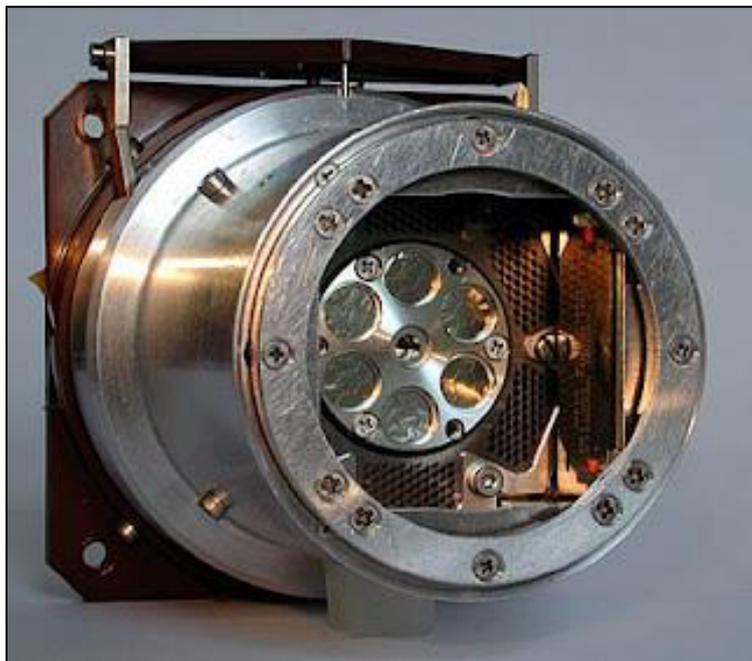
La luz resultante de la vaporización es captada por el telescopio y dirigida a través de 6 m de fibra óptica hasta 3 espectrómetros situados en el interior del rover, los espectrómetros pueden analizar 6144 longitudes de onda distintas en el rango de 240-850 nm (del UV al IR).

Es la primera vez que se utiliza esta técnica espectroscópica en una misión interplanetaria, ChemCam ha sido diseñada en Los Alamos National Laboratory con la colaboración del Centre National D'Etudes Spatiales (CNES) francés, quien ha suministrado el láser (construido por Thales) y el telescopio, mientras que los espectrómetros son obra del LANL.



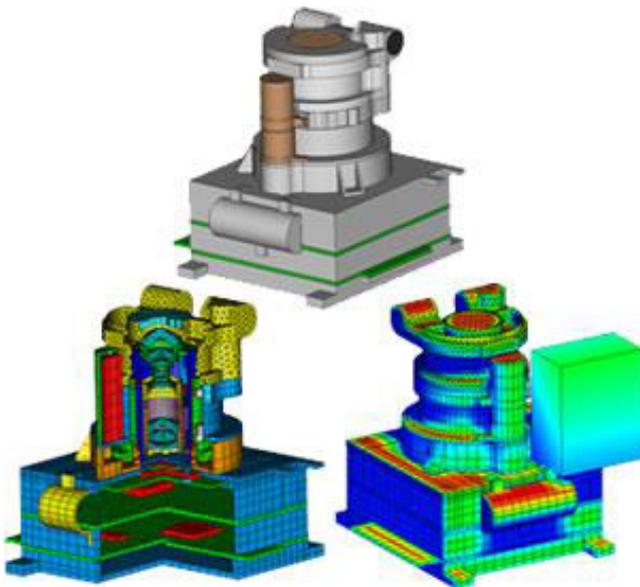
## APXS (Alpha Particle X-Ray Spectrometer)

Este espectrómetro está situado en el extremo del brazo robótico de Curiosity y es muy similar a los APXS de los rovers marcianos Sojourner, Spirit y Opportunity, pero cinco veces más sensible; incluye una pequeña cantidad (700 microgramos) de Curio-244 radiactivo para generar partículas  $\alpha$  (de 5 MeV) y rayos-X (14/18 keV) necesarios para llevar a cabo estudios espectrométricos de las rocas marcianas en contacto con el instrumento, funciona en contacto directo con la roca y puede detectar concentraciones de sustancias de hasta un 0,5% de la composición, a diferencia de los APXS de los MER, este instrumento lleva incorporado un refrigerador que le permite funcionar en todo momento, APXS ha sido construido por la Agencia Espacial Canadiense (CSA).



## MAHLI (MArs Hand Lens Imager)

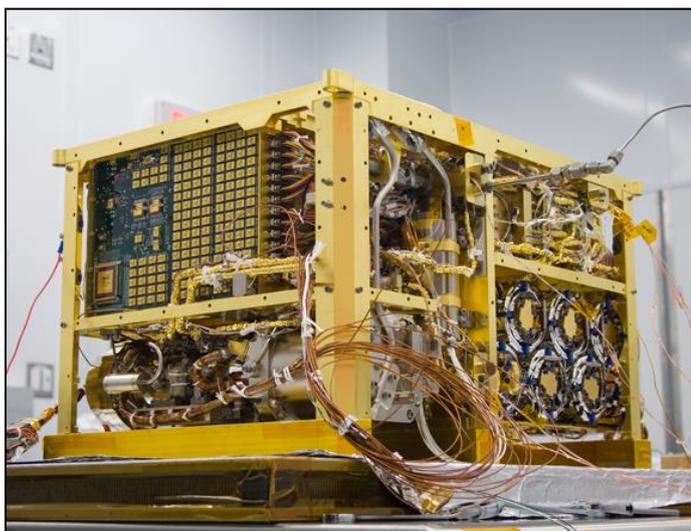
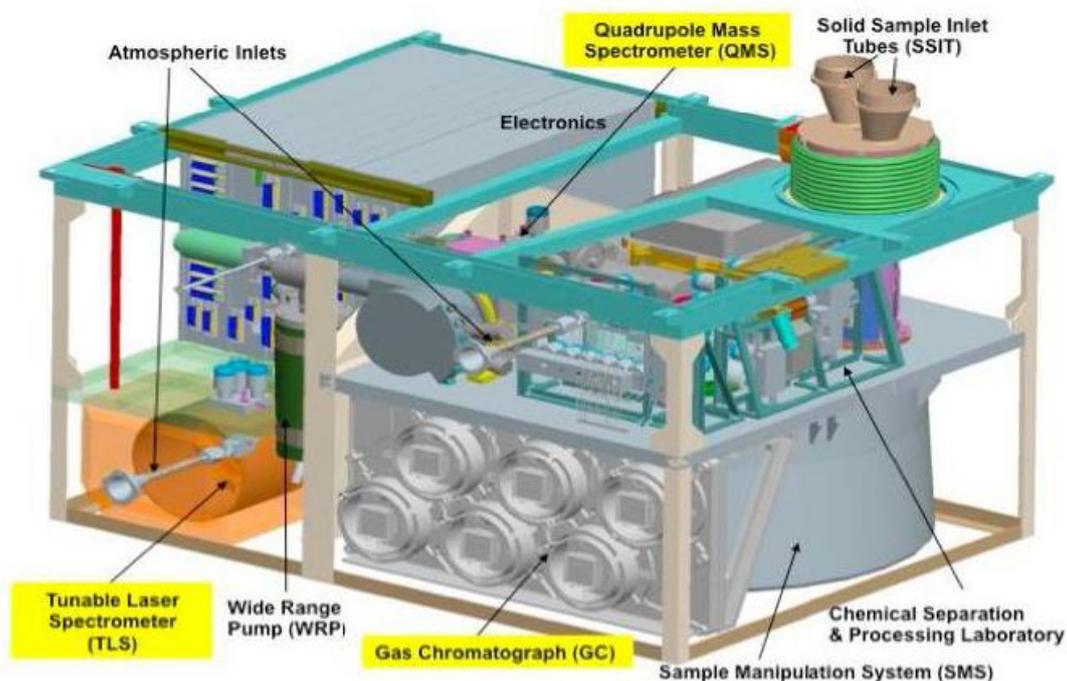
Microscopio geológico para estudiar las rocas marcianas en detalle, consiste en una cámara a color instalada en el extremo del brazo robot y obtener imágenes en alta resolución de las piedras y del suelo alrededor del rover con imágenes con unas dimensiones de 2,2 cm x 1,7 cm y una resolución de 14 micras por píxel a 21 mm de distancia, dispone de una rueda con filtros para imágenes en color, un CCD de 1600 x 1200 píxel y una memoria flash de 8 Mb, para iluminar los objetivos MAHLI va equipada con dos diodos que emiten luz UV de 365 nm, lo que le permite además detectar la posible fluorescencia de algunos materiales, este equipo ha sido construido por la empresa Malin Space Science Systems.



## SAM (Sample Analysis at Mars)

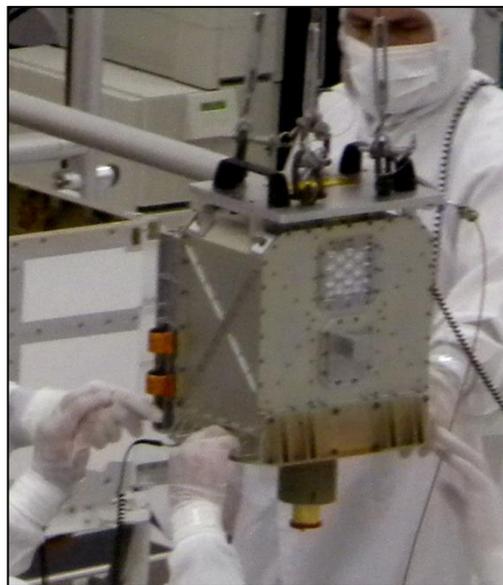
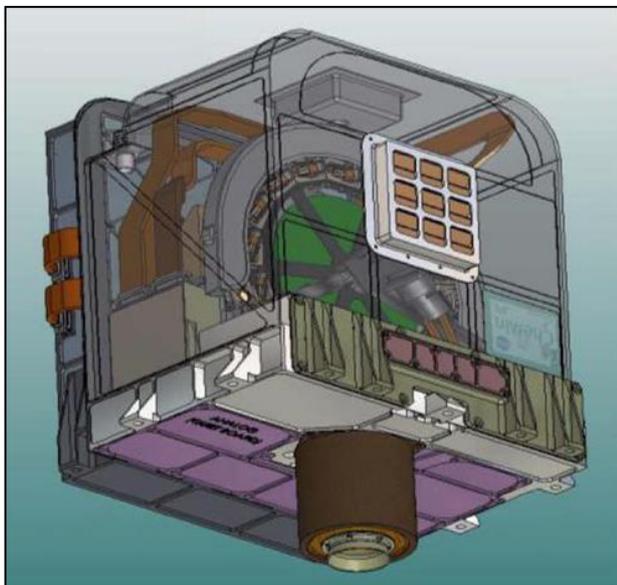
Es el instrumento de mayor tamaño de la sonda e intentará buscar compuestos relacionados con la presencia de vida, además de analizar el misterioso metano marciano; está situado en el interior del rover y analiza muestras de gases atmosféricos y del polvo recogido por los instrumentos del brazo robotico, incluye dos hornos de 40 W para calentar las muestras hasta 1000 °C, tiene un espectrómetro de masas (QMS, Quadrupole Mass Spectrometer) un espectrómetro láser TLS (Tunable Laser Spectrometer) y un cromatógrafo de gases (GC).

SAM ha sido construido por el Goddard Space Flight Center de la NASA con colaboración del CNES francés, que ha desarrollado el cromatógrafo de gases. El JPL de la NASA ha suministrado el espectrómetro láser, mientras que la empresa Honeybee Robotics diseñó el sistema de manipulación de muestras.



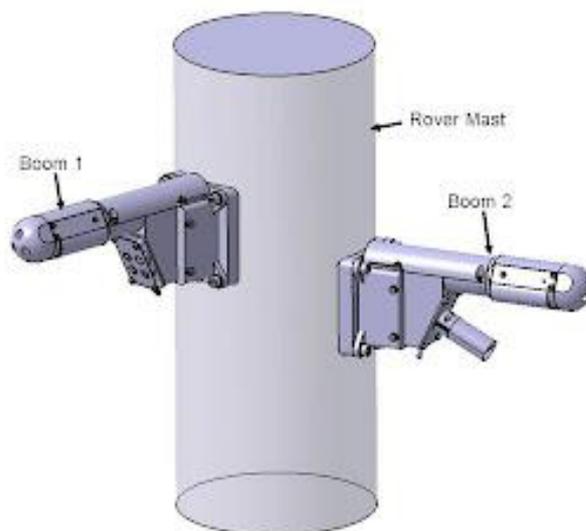
### CheMin (Chemistry and Mineralogy)

Instrumento que analiza las muestras y el polvo de roca captadas por el brazo robot de la sonda mediante difracción por rayos X y fluorescencia de rayos X; instalado en la parte frontal del rover y se accede a él mediante un embudo con una tapa; antes de ser analizadas, las muestras son filtradas para eliminar cualquier partícula con un tamaño superior a las 150 micras, incluye 32 celdillas para las muestras, cinco de ellas con muestras terrestres de referencia para el calibrado del instrumento, CheMin ha sido construido por el Ames Research Center de la NASA.



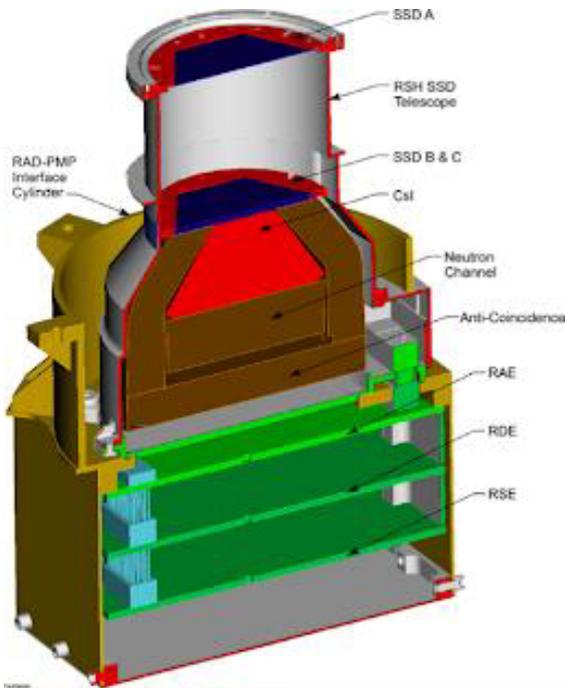
### REMS (Rover Environmental Monitoring Stations)

Instrumento que dispone de sensores para medir la velocidad del viento, presión atmosférica, humedad y temperatura dispuestos en dos sondas que sobresalen horizontalmente del mástil del rover separadas 120° entre sí para medir la velocidad del viento sin que interfiera el mástil, REMS incluye además un sensor UV (200-400 nm) construido por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) y el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.



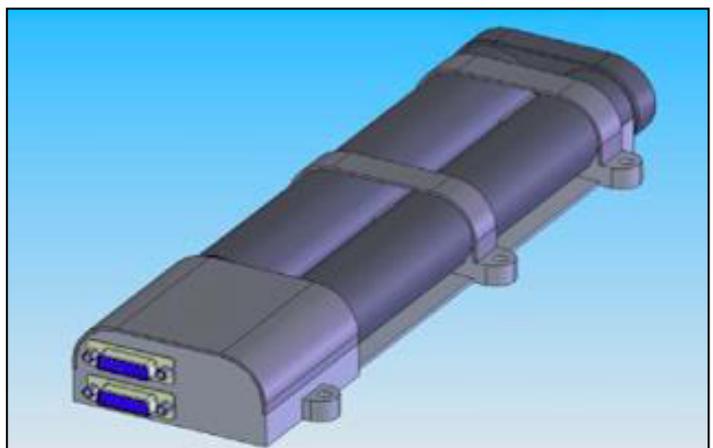
## RAD (Radiation Assessment Detector)

Mide la radiación ambiental en el entorno del rover, un elemento crucial para planificar una futura misión tripulada a Marte, de 1,7 Kg, detecta rayos  $\gamma$ , neutrones y partículas cargadas de los rayos cósmicos, es el primer instrumento que mide la dosis de radiación en la superficie marciana de forma directa, construido por la NASA en colaboración con la agencia espacial alemana (DLR).



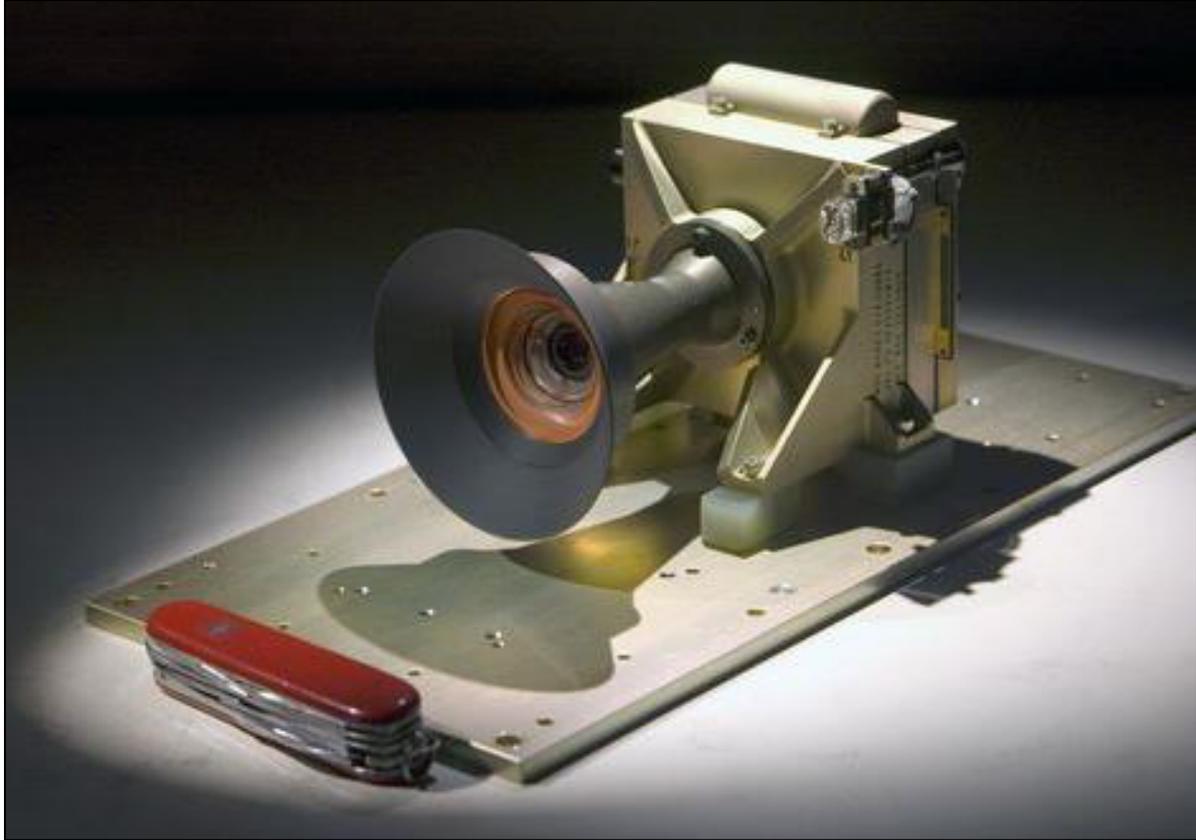
## DAN (Dynamic Albedo of Neutrons)

Encargado de detectar agua en el subsuelo marciano, midiendo la dispersión de neutrones provenientes de un generador de neutrones situado en la parte derecha del rover, fue construido por la Agencia Espacial Rusa (Roscosmos) y es similar a otros instrumentos transportados por las sondas Mars Odyssey y la malograda Fobos-Grunt.



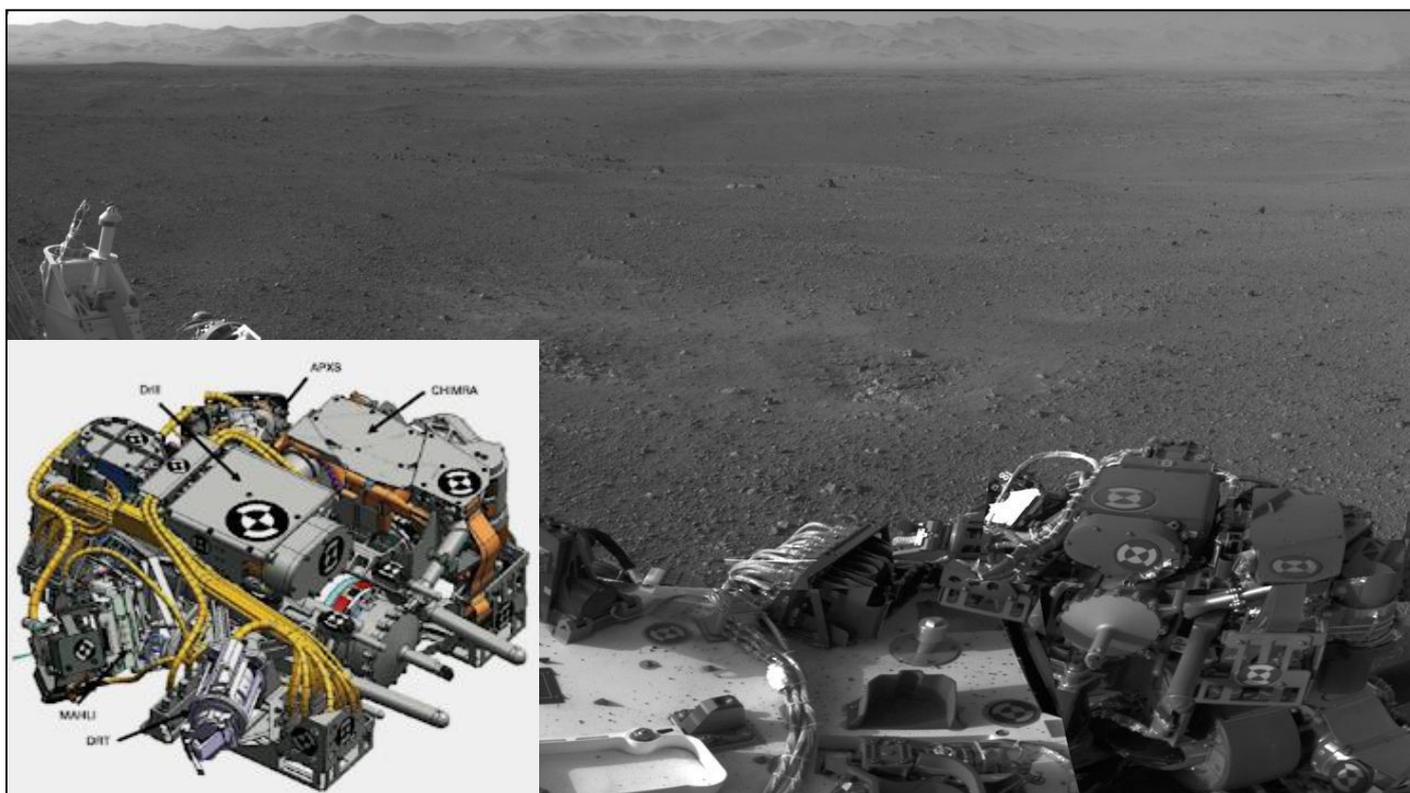
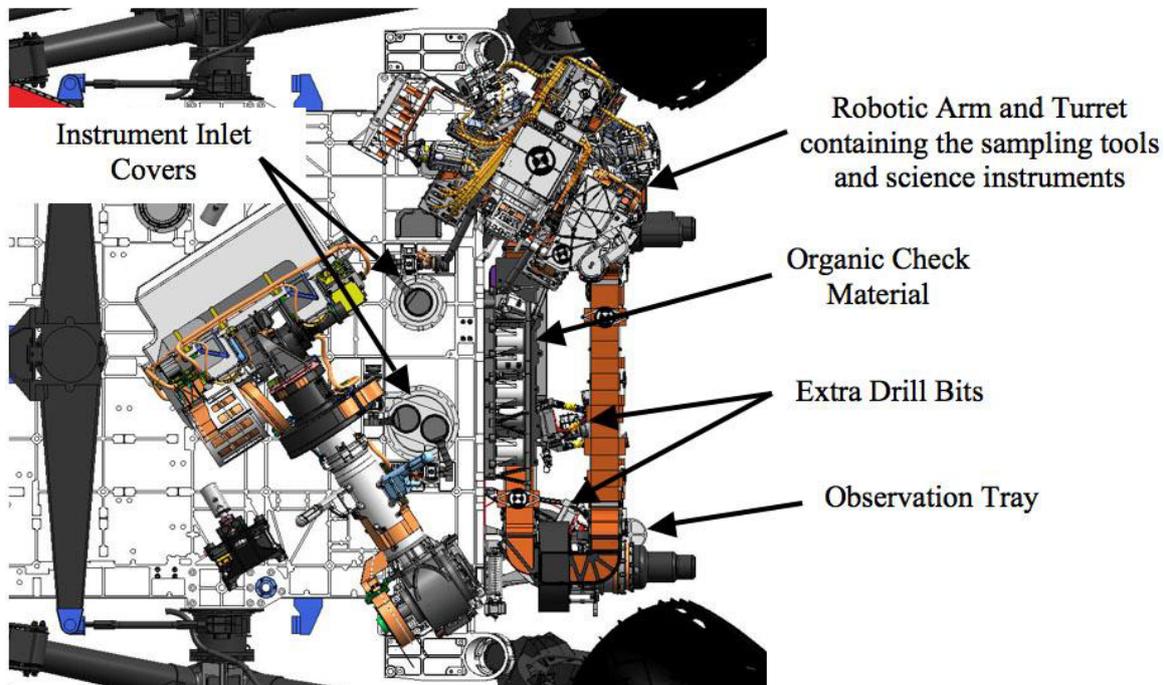
## MARDI (Mars Descent Imager)

Fue la cámara encargada de filmar por primera vez el aterrizaje de una sonda en Marte, consta de una cámara de gran angular con una CCD de 1600 x 1200 píxel que puede obtener hasta cuatro imágenes por segundo con una resolución máxima de 1,5 mm, MARDI ya fue instalada en las sondas Mars Polar Lander y Phoenix, pero en el primer caso la sonda se estrelló y en el segundo se decidió no emplearla por motivos de seguridad.



## SA/SPaH (Sample Acquisition, Processing and Handling)

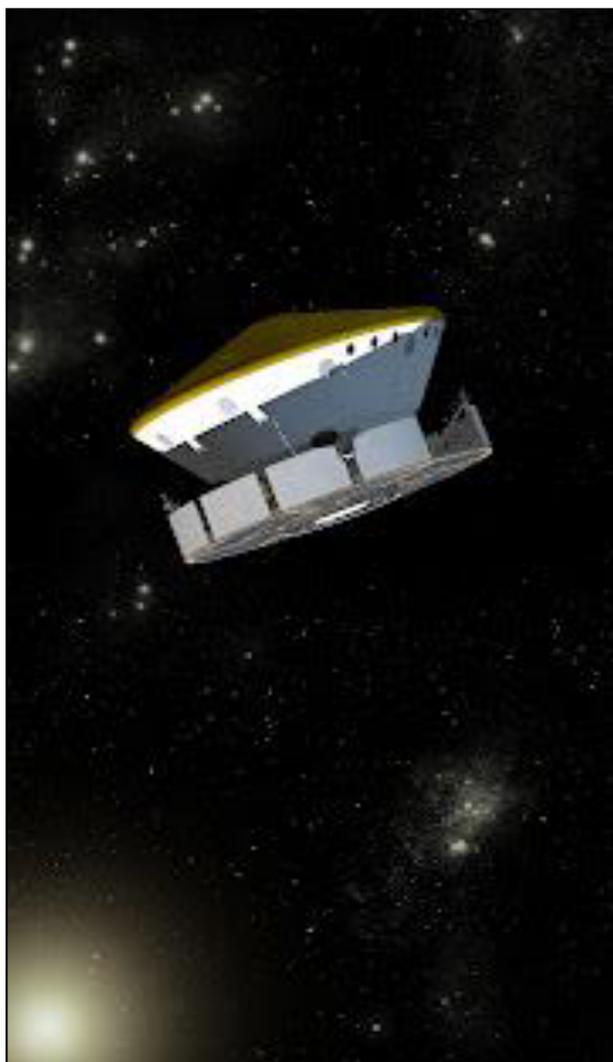
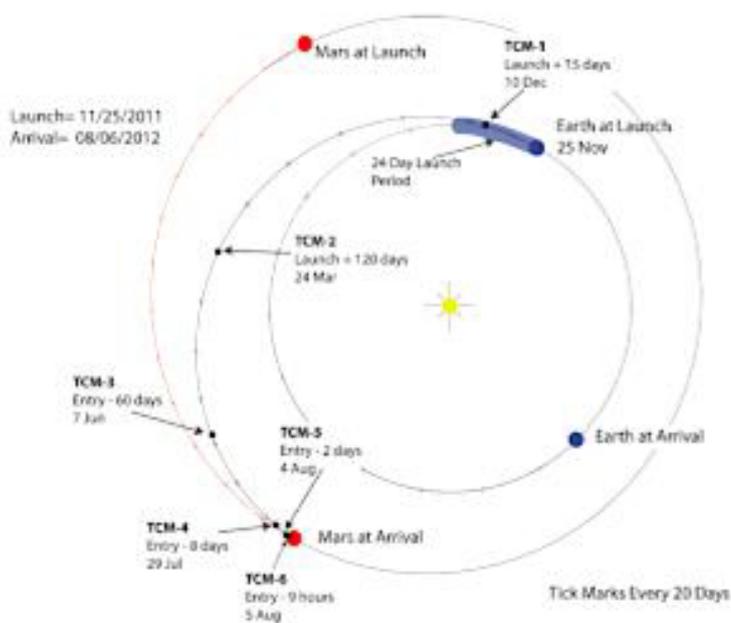
El extremo del brazo robot donde se encuentra el APXS y MAHLI recibe el nombre de SA/SPaH (Sample Acquisition, Processing and Handling) y está dotado de varias herramientas capaces de retirar el polvo de las rocas y taladrar muestras de hasta 5 cm de profundidad, está diseñado para captar un mínimo de 70 muestras y trasladar el contenido hasta los instrumentos situados en la parte superior del rover.



## Fases de la Misión

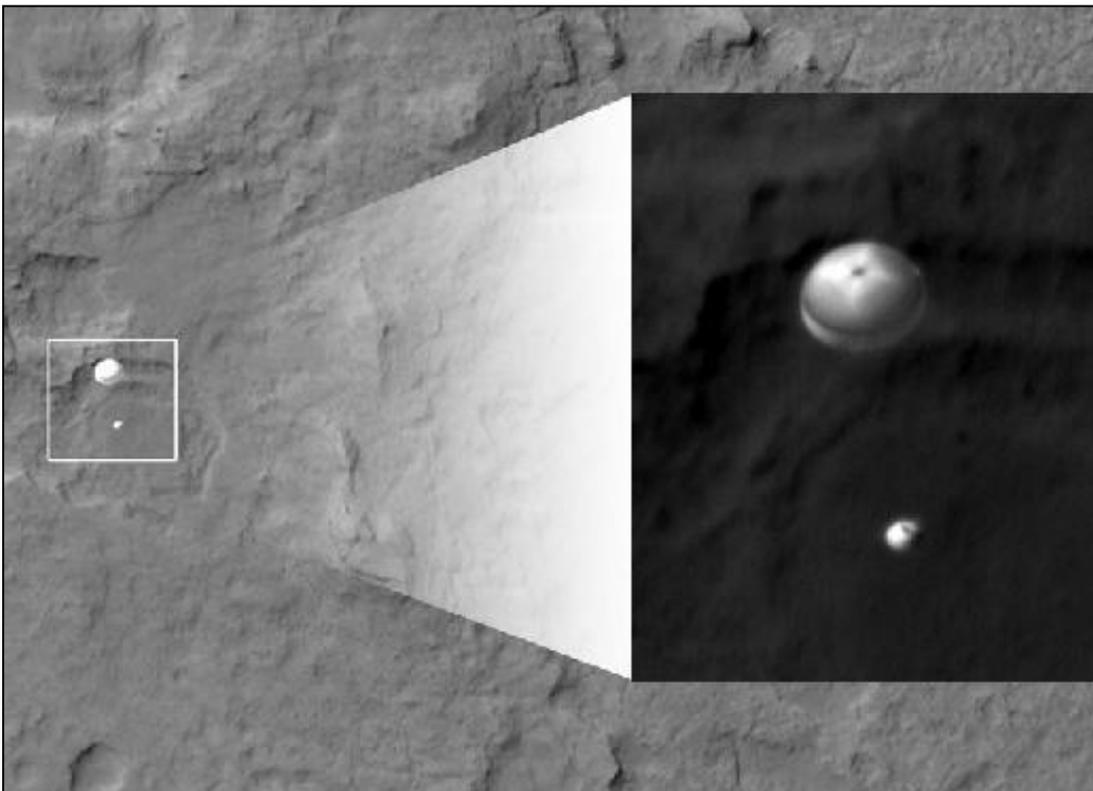
La nave realizó como mínimo 6 maniobras de corrección de su trayectoria o TCM (Trajectory Correction Maneuvers), 3 durante la fase de crucero y otras 3 durante la fase de aproximación, la primera maniobra tuvo lugar a los 15 días del lanzamiento, la segunda a los 120 días y la tercera 60 días antes del amartizaje.

Las dos primeras maniobras sirvieron para corregir los posibles errores de inserción en la trayectoria producidos durante el lanzamiento y permitieron situar a Curiosity en el rumbo preciso para alcanzar Marte, esto era necesario porque la sonda se lanzó inicialmente en una trayectoria que pasaría a varios cientos o miles de Km de Marte, y para evitar que la etapa superior Centaur pueda alcanzar accidentalmente el planeta rojo y contaminar la superficie con microbios terrestres (Curiosity fue esterilizado antes de su lanzamiento para evitar cualquier tipo de contaminación biológica), en esta fase la nave rotó sobre su eje dos veces por minuto para garantizar la estabilidad del conjunto, durante la fase de aproximación (45 días antes del amartizaje) estaban previstas otras tres correcciones adicionales: 8 días, 2 días y 9 horas antes respectivamente.

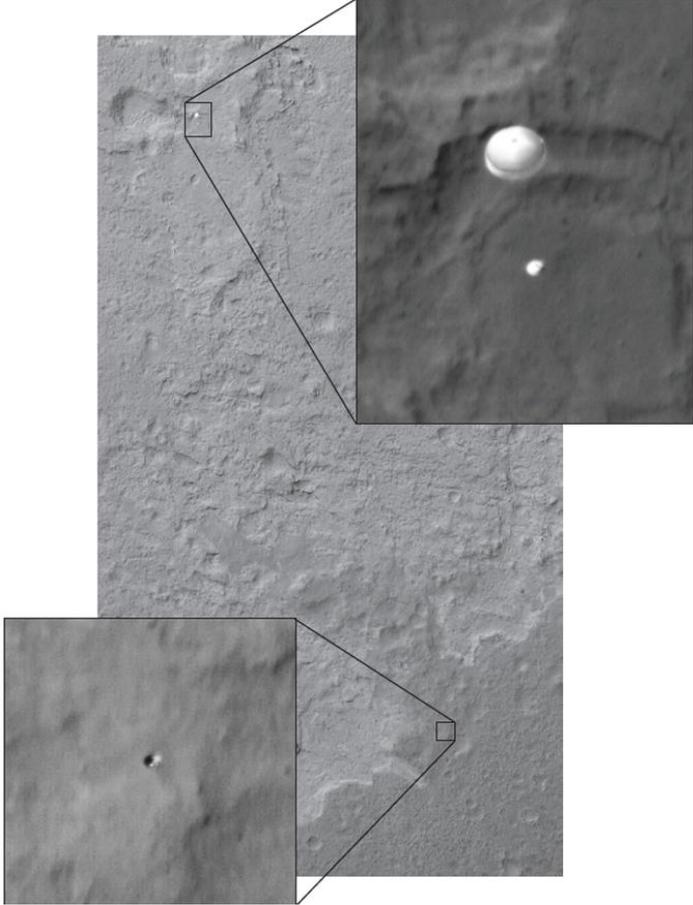
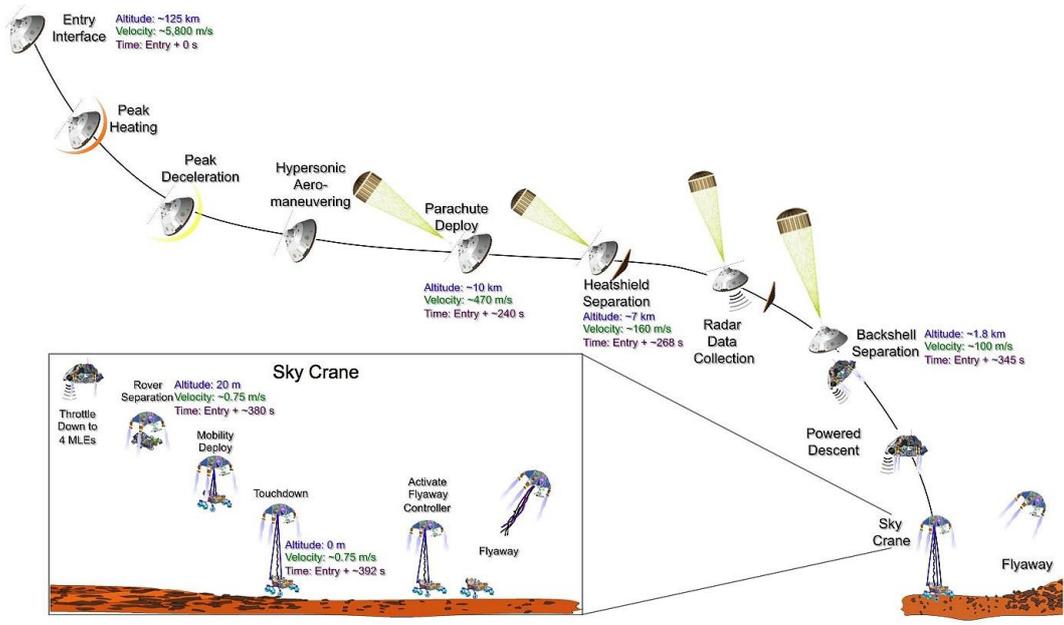


## Reentrada atmosférica

La fase más crítica de la misión después del lanzamiento fue la reentrada atmosférica, el descenso y el amortizaje, una fase conocida en conjunto como EDL (Entry, Descent and Landing) y que tenía una duración de apenas 7 minutos (denominado en el JPL Los 7 minutos de terror) por la gran importancia que tenía en la misión, la etapa crucero de la sonda se separó 10 min. antes de la entrada atmosférica liberando la cápsula, la nave alcanzó la frontera con la atmósfera marciana a una altura de 131 km formando un ángulo de  $15^\circ$  y viajando a una velocidad de 5,9 Km/s mientras giraba dos veces por minuto.

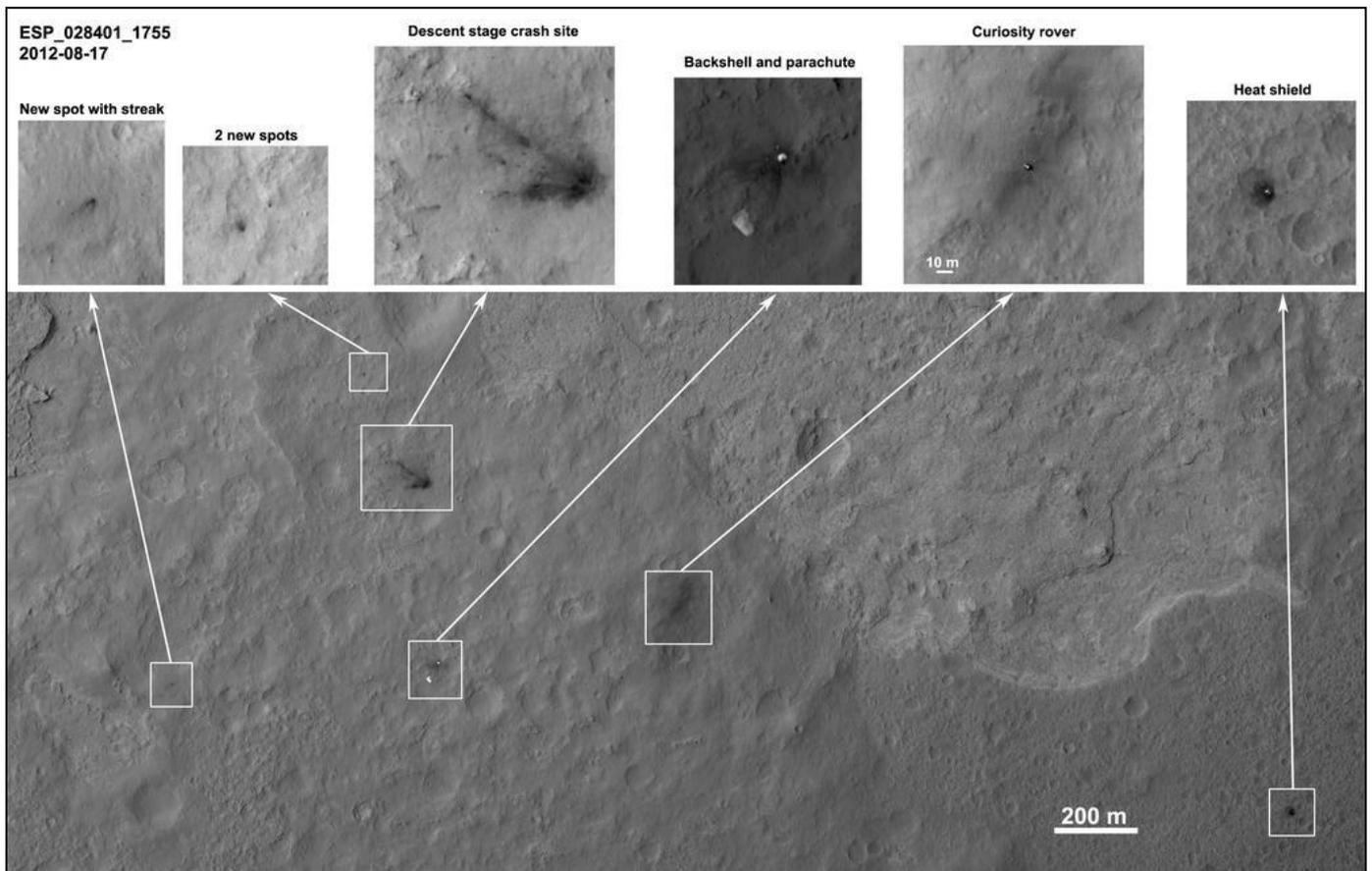


MSL fue la primer misión a Marte que no utilizó una entrada balística, empleó la pequeña fuerza de sustentación generada por la forma del escudo térmico para orientarse durante el descenso, para ello, varios propulsores de gas situados en el escudo superior frenaron la rotación de la nave y se encargaron de mantener la orientación precisa durante el descenso hipersónico, un descenso controlado requiere que el centro de gravedad de la cápsula no coincida con el eje de simetría del vehículo, por eso, el rover llevó dos lastres de tungsteno de 75 kg cada uno que se separaron antes de la reentrada, cambiando así el centro de gravedad, estos lastres se añadieron para asegurar la simetría del vehículo durante el resto de las fases, entre las maniobras hipersónicas que realizó Curiosity se incluyen una serie de curvas en S para reducir la distancia horizontal recorrida por la sonda, gracias a esta técnica, la elipse de aterrizaje tiene una longitud de solamente 20 x 25 km, todo un récord que permitió un descenso controlado dentro del Cráter Gale.



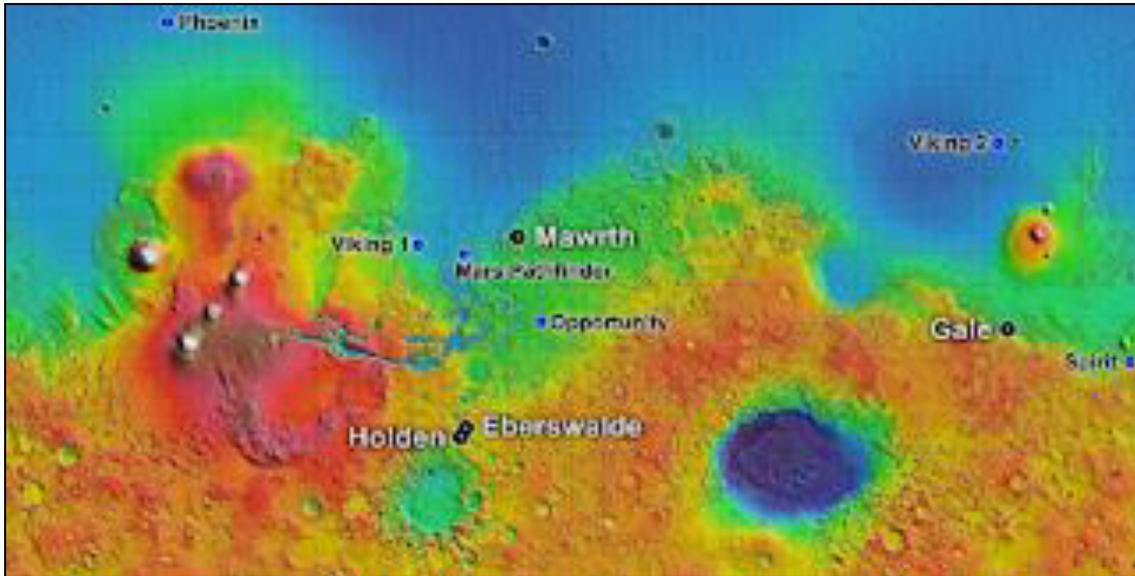
El máximo calentamiento tuvo lugar 80 seg. después del inicio de la reentrada, cuando el escudo alcanzó los 2100 °C y la máxima aceleración se sintió 10 seg. más tarde, allí se desplegó el paracaídas a Mach 2,2 a 11 Km de altura mientras la nave viaja a 1458 Km/h (las cifras exactas dependen de las condiciones atmosféricas, por lo que la apertura del paracaídas puede variar en 10-20 seg.) antes del despliegue del paracaídas la sonda suelta otros seis lastres de tungsteno con una masa de 25 kg cada uno para permitir que el centro de masas de la sonda vuelva a estar situado en el eje de simetría del vehículo, 24 seg. después se separó el escudo térmico, a 8 Km de altura, momento en el cual el instrumento MARDIS comenzó a grabar el descenso, es este el momento en que el radar Doppler empieza a captar la presencia del terreno marciano bajo la nave y a 1,6 Km de altura se separó el escudo trasero con el paracaídas y dio comienzo a la fase conocida como Sky Crane (en esta última etapa, la sonda era controlada por los 8 motores de empuje variable de la etapa de descenso).

Una vez alcanzada una velocidad de descenso vertical de unos 27 km/h, cuatro de los motores se apagaron y Curiosity mantuvo esta velocidad hasta el amortizaje, 12 seg. antes del contacto con el suelo marciano y a 20 m de altura, el rover se separó de las conexiones rígidas de la etapa de descenso y comenzará a descender sujetado por tres cables de nylon, poco antes del amortizaje se desplegaron las ruedas del rover, en el momento del contacto la etapa de descenso cortó los cables de unión y se alejó del rover, estrellándose a una distancia segura del rover, el 06-08-2012, Curiosity se posó en Marte de manera satisfactoria.

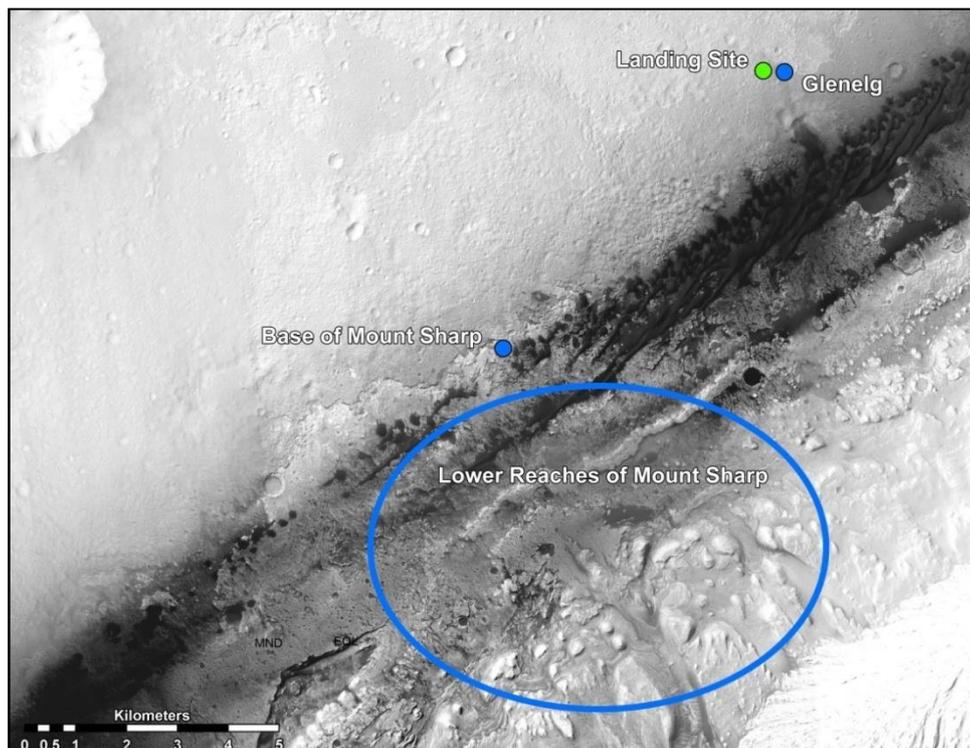


## lugar de amartizaje Cráter Gale

La selección del lugar de aterrizaje de Curiosity no fue nada fácil, el lugar debía permitir un descenso seguro del vehículo y tener un alto interés científico, la comunidad científica propuso tres lugares finalistas: los Cráteres Eberswalde, Holden y Gale, el Cráter Eberswalde y lo que parecía ser un antiguo delta fluvial en su interior era el favorito de los científicos, pero finalmente la comunidad se decantó por los misteriosos sedimentos del Cráter Gale.

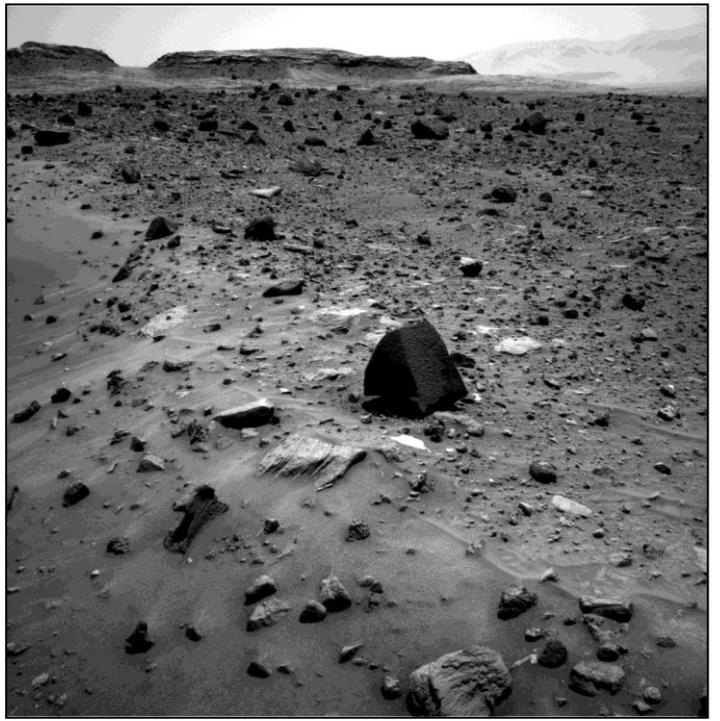
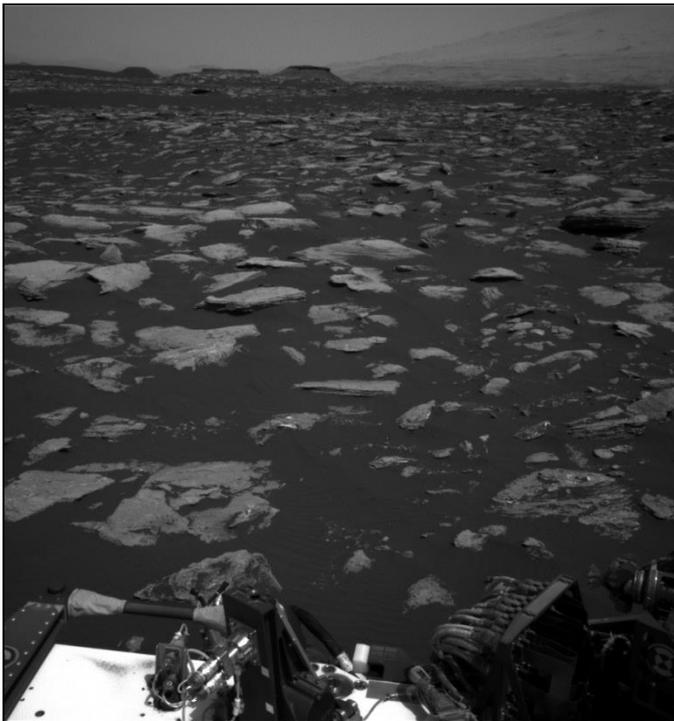
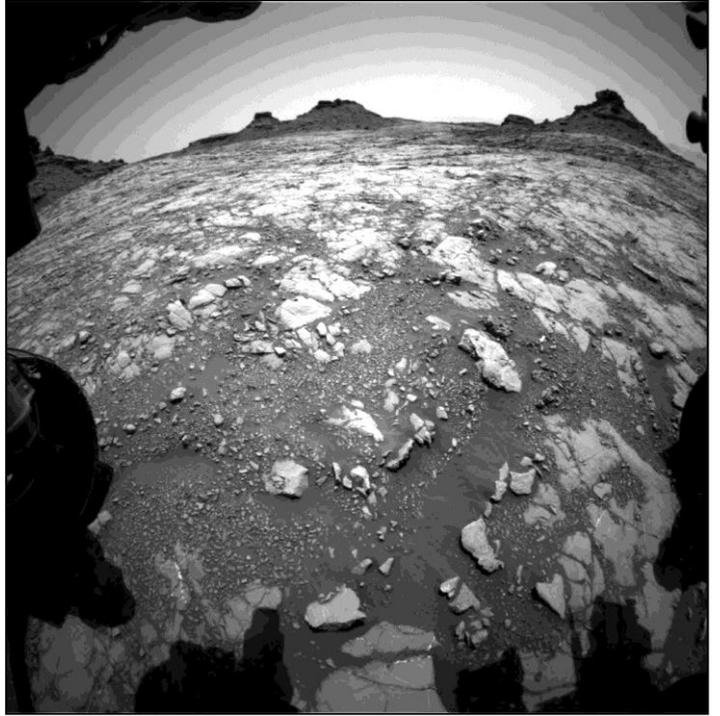


El Cráter Gale tiene unos 100 Km de diámetro y está situado cerca del ecuador marciano ( $4,5^{\circ}\text{S}/137,4^{\circ}\text{E}$ ), su característica principal es que cuenta con un montículo central de 5 Km de altura, mientras que las paredes son mucho más bajas, por este motivo, los científicos creen que el cráter ha sufrido una serie de procesos erosivos que han dejado al descubierto capas de sedimentos que prometen desentrañar el pasado de Marte, amartizó en una zona que parece estar formada por sedimentos aluviales provenientes quizás de un antiguo río que atravesaba la pared del cráter, sin embargo, algunos críticos sugieren que los atractivos sedimentos de Gale podrían deberse a la acción del viento en vez de al agua y todavía sigue recabando datos de su superficie y tomando espectaculares fotografías y seguramente será por muchos años mas.











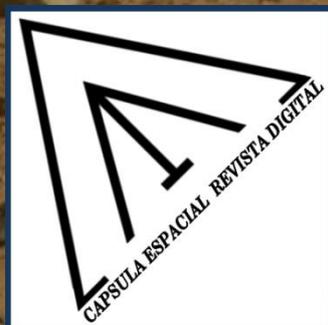
## **Fuentes de Información y fotos vertidas en esta publicación**

*CNES, Centro Nacional de Estudios Espaciales, Francia*

*Curiosiy Rover, Wikipedia, encyclopedia virtual,*

*Marín Daniel, Blog Eureka, 2012*

*NASA/JPL*



***CAPSULA ESPACIAL***  
***r.capsula.espacial@gmail.com***